

Joona-Kim Wiiala

Lisätyn todellisuuden käytännön hyödyntäminen kiinteistöjen ylläpito- ja huoltotoiminnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

3.9.2018

Tekijä Otsikko	Joona-Kim Wiiala Lisätyn todellisuuden käytännön hyödyntäminen kiinteistöjen ylläpito- ja huoltotoiminnassa
Sivumäärä Aika	51 sivua 3.9.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Valmistus- ja tuotantotekniikka
Ohjaajat	Operatiivinen johtaja Lassi Viitala Lehtori Markku Saarnio
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. Lisätty todellisuus (AR) on nimensä mukaisesti sitä, että tietokoneella tai digitaalisesti luotua sisältöä lisätään päällekkäin sen hetkiseen ympäristöön.</p> <p>Työ tehtiin Leanheat Oy:lle, heidän lisätyn todellisuuden sovellustaan apuna käyttäen. Leanheat Oy on yritys, joka on erikoistunut kiinteistöjen energiatehokkaaseen ohjaukseen ja ylläpitoon tekoälyn avulla. Leanheat käyttää älykästä lämmönohjausjärjestelmää, joka kerää dataa asunnoista niihin asennettavilla antureilla sekä kohteiden lähimmältä sääasemalta. Dataa kerätään asuntojen sisälämpötiloista ja -kosteudesta, sääennusteista sekä ulkolämpötilasta ja -kosteudesta. Saadun datan avulla pystytään säätämään rakennuksen keskuslämmitystä, mikä tuo säästöjä sekä paremmat lämpöolosuhteet asuntoihin.</p> <p>Työssä keskityttiin lisätyn todellisuuden sisältöön sekä erilaisiin käyttökohteisiin. Avattiin sitä, mikä on lisätty todellisuus, mitä se ei ole, millaisia haasteita on lisätyn todellisuuden käytössä ja miten lisätty todellisuus on syntynyt. Lisäksi käsiteltiin erilaisia teknologioita, joita hyödynnetään lisätyn todellisuuden käytössä, ja selvitettiin, millainen on lisätyn todellisuuden tilanne 2010-luvulla. Viimeisenä pohdittiin, millainen on lisätyn todellisuuden nykyhetki kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa ja millaisia mahdollisuuksia sillä on tulevaisuudessa.</p> <p>Työn tuloksena selvisi, että lisätyn todellisuuden mahdollisuudet ovat varsin laajat ja vain mielikuvitus on rajana. Leanheat antoi hyvän pohjan lisätyn todellisuuden tutkimiseen oman AR-sovelluksensa avulla. Tämän sovelluksen avulla oli mahdollista miettiä laajemmalla skaalalla, miten teknologiaa on mahdollista hyödyntää. Vastaavien sovellusten odotetaan tulevan käyttöön lähivuosina.</p>	
Avainsanat	Kiinteistö, huolto, ylläpito, lisätty todellisuus

Author Title	Joona-Kim Wiiala Utilization of Augmented Reality in Property Maintenance Operations
Number of Pages Date	51 pages 3 September 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Professional Major	Production Engineering
Instructors	Lassi Viitala, COO, Leanheat Oy Markku Saarnio, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to research opportunities of augmented reality in property maintenance. The general public became aware of the phenomenon of augmented reality in 2016 when Niantic Labs released a game called Pokémon Go which was free to download and people were moving around the city in huge crowds chasing pokemons. The thesis was commissioned by Leanheat Oy, which specializes in energy-efficient property maintenance and HVAC systems using IOT solutions and artificial intelligence technologies.</p> <p>The thesis was carried out as follows. Firstly, meetings were held and the main points of this thesis were discussed with the company's maintenance team and the supervisor. Secondly, a draft version of the table of contents was made. Thirdly, topic-related literature was studied, and useful material was gathered. The final step was to write a coherent text including conclusions based on the material found and discussions with colleagues on how property maintenance could be developed.</p> <p>This project was carried out using Leanheat's AR application as a tool. The application brought several new ideas which helped complete this thesis. During the research a good understanding of augmented reality was achieved: how this technology emerged, what its situation is today and how vast business opportunities it will generate in the future.</p>	
Keywords	Property, maintenance, augmented reality

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Mikä on lisätty todellisuus?	2
2.1	Määritelmä	2
2.2	Lisätyn todellisuuden haasteet	5
2.3	Historia ja kehitysvaiheet	9
3	Lisätyn todellisuuden teknologia	16
3.1	Yleistä	16
3.2	Puettavat näytöt	16
3.3	Kädessä pidettävät näytöt	17
3.4	Videotilanäytöt/ lisätty todellisuus tilat	19
3.5	Seuranta	21
4	Lisätyn todellisuuden sovellusalueet 2010-luvulla	23
4.1	Kädessä pidettäville laitteille suunnatut sovellukset	23
4.2	Yhteistyön mahdollistavat sovellukset	26
4.3	Kaupalliset sovellukset	27
4.4	Muita sovellusalueita	28
4.4.1	Lääketiede	28
4.4.2	Asentaminen ja kunnossapito	31
4.4.3	Sotilastoiminta	32
4.4.4	Rakentaminen	33
4.4.5	Pelit ja peliteollisuus	34

5	Lisätty todellisuus kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa	37
5.1	Lisätyn todellisuuden nykytilanne huolto- ja ylläpitotoiminnassa	37
5.2	Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet tulevaisuudessa	39
5.2.1	Tavanomaiset huolto- ja ylläpito henkilöstön tehtävät	39
5.2.2	Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet	45
5.2.3	Kustannusarvio potentiaalisimmista käyttökohteista	47
6	Yhteenveto	48
	Lähteet	49

Lyhenteet

AR	Augmented Reality (lisätty todellisuus)
HMD	Head Mounted Display (päähän puettava näyttö)
LVIS	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö
LVISAK	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö, automaatio, kylmäkoneet
RFID	Radio Frequency Identification (radiotaajuinen etätunnistus)
SAR	Spatial Augmented Reality (videotilanäyttö/ lisätty todellisuustila)
VE	Virtual Environment (virtuaaliympäristö)
VR	Virtual Reality (virtuaalitodellisuus)
QR	Quick Response (ruutukoodi)
6DOF	Six degrees of freedom (kuusi vapausastetta)

1 Johdanto

Tämän insinöörityön tarkoituksena on tutkia lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. Lisätty todellisuus nousi ihmisten tietoisuuteen vuonna 2016, kun Niantic Labs julkaisi pelin Pokémon Go, joka oli ilmaiseksi ladattavissa ja ihmisiä liikkui kaupungilla pyydystämässä pokemoneja suurin joukoin. Vuoden 2018 maaliskuussa arvioitiin, että peliä on ladattu yhteensä noin 800 miljoonaa kertaa.

Työ tehdään Leanheat Oy:lle, heidän lisätyn todellisuuden sovellustaan apuna käyttäen. Yritys on erikoistunut kiinteistöjen energiatehokkaaseen ohjaukseen ja ylläpitoon tekoälyn avulla. Älykkään lämmönohjausjärjestelmän avulla kerätään dataa asuntoihin asennettavilla antureilla ja kohteiden lähimmältä sääasemalta. Dataa kerätään asuntojen sisälämpötiloista ja -kosteudesta, sääennusteista sekä ulkolämpötilasta ja -kosteudesta. Saadun datan avulla pystytään säätämään rakennuksen keskuslämmitystä, mikä tuo säästöjä sekä paremmat lämpöolosuhteet asuntoihin.

Lisättyyn todellisuuteen panostetaan tällä hetkellä todella paljon ja sen hyödyntämistä mietitään lähes jokaisella alalla helpottamaan ja tehostamaan erilaisia työtehtäviä. Teknologian hyödyntämisen kustannukset ovat laskeneet niin paljon, minkä takia suurin kehittämisprosessi on alkanut vasta viimevuosina.

Opinnäytetyöllä on kaksi pää tavoitetta. Ensimmäisenä on erilaisten käytötapausten selvittäminen, joissa lisätyn todellisuuden (AR) ominaisuuksista voisi olla hyötyä kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. Toisena tavoitteena on tunnistaa sellaiset sovellukset, joissa AR-ominaisuuksia voisi hyödyntää päivittäisessä kenttätyössä kustannustehokkaasti ja huoltomiesten normaaliin rutiiniin helposti sovellettavaksi.

Työssä selvitetään, millainen on huolto- ja ylläpitohenkilöstön normaali työpäivä ja millaisista tehtävistä se koostuu, minkä avulla pystytään miettimään mahdollisia kehityskohteita ja ominaisuuksien hyödyntämistä töiden helpottamiseksi.

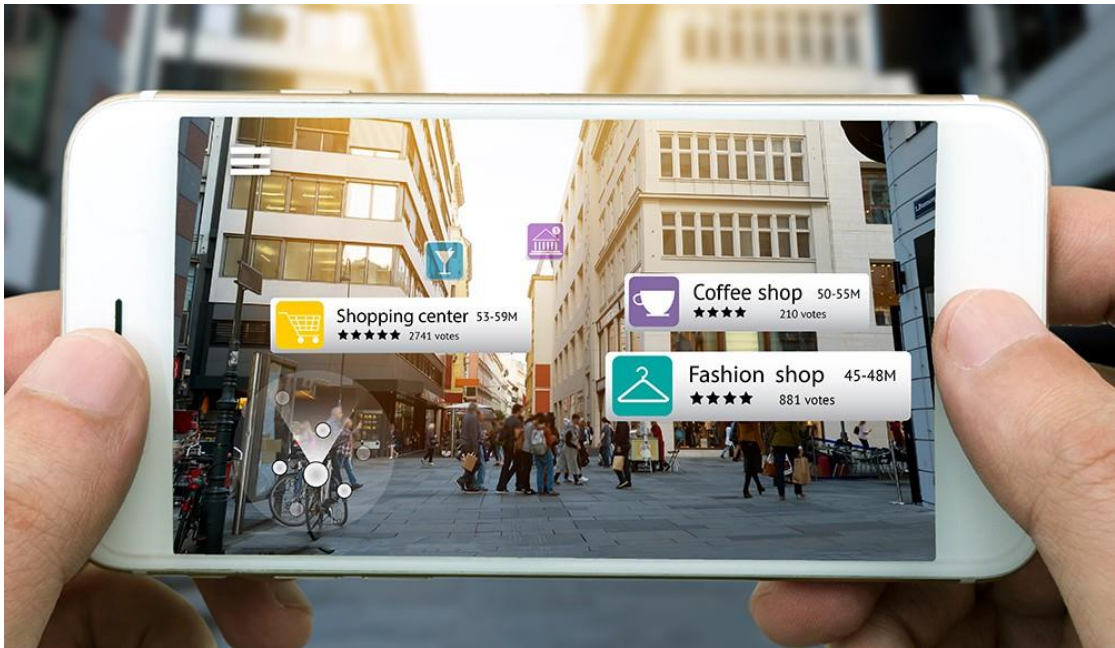
2 Mikä on lisätty todellisuus?

Tässä kappaleessa käydään läpi mitä on lisätty todellisuus, mitä se ei ole ja millaisiin asioihin se yleensä sekoitetaan. Käsitellään erilaisia haasteita, joita lisätyn todellisuuden yhteydessä yleensä esiintyy, sekä historiaa ja sitä miten lisätty todellisuus on kehittynyt vuosien varrella.

2.1 Määritelmä

Lisätty todellisuus (AR) on nimensä mukaisesti sitä, että tietokoneella tai digitaalisesti luotua sisältöä lisätään päällekkäin sen hetkiseen ympäristöön. Se voi olla joko kuvia, ääntä, videota tai kosketukseen ja kinesteettiseen aistimukseen perustuvaa. Lisätyllä todellisuudella pystytään siis vaikuttamaan jokaiseen aistiin (näkö, kuulo, tunto, maku ja haju), mutta yleisin näistä on kuitenkin näkö. Tuloksena on erittäin mukaansatempaava, virtuaalisesti päättymätön kokoelma teknologia-avusteisia kokemuksia, jotka auttavat luomaan reaaliaikaisen verkon. Gene Becker Lightning Labratoriesta sanoi, että lisätty todellisuus on ”teknologia, tutkimusala, tulevaisuuden näkymä tietojen käsittelystä, kehittyvä kaupallinen teollisuus ja uusi työkalu luovaan ilmaisemiseen”. Hänen mielestään on myös mielenkiintoista, että sama luettelo olisi voinut olla ja sitä on myös saatettu käyttää 2D-graafisessa käyttöliittymässä, joka nousi suosioon 1980-luvulla.

Lyhyesti sanottuna lisätty todellisuus (AR) on variaatio virtuaaliympäristöstä (VE) tai virtuaalitodellisuudesta (VR). Virtuaalitodellisuus on näistä se tunnetumpi termi, jonka vuoksi useimmiten katsotaan, että lisätty todellisuus on variaatio virtuaalitodellisuudesta (VR). Ero näillä todellisuuksilla on, että virtuaalitodellisuudessa kaikki sisältö on keinotekoisista eikä reaaliaikaista ympäristöä käytetä muuten kuin simuloimalla, kun taas lisätyssä todellisuudessa asioita muutetaan reaaliaikaisessa näkymässä (kuva 1). Lisätyllä todellisuudella pyritään siis täydentämään oikeaa näkymää mieluummin, kuin korvattaisiin näkymä kokonaan. Kuvassa on aina virtuaalisten elementtien lisäksi myös ympäröivä aito todellisuus. Sanotaan, että lisätty todellisuus on täysin luodun ja aidon ympäristön välimuoto ja teknologia-avusteisten kokemusten keräämistä.



Kuva 1. Lisätyn todellisuuden sovellus matkapuhelimessa

Augmented reality -kirjassa määritellään kolme ominaisuutta, joiden on oltava läsnä liitettävässä todellisuudessa: 1. AR yhdistää todellista ja virtuaalista tietoa, 2. AR vuorovaikuttaa reaaliajassa, 3. AR toimii ja sitä käytetään 3D-ympäristössä. Lisätty todellisuus mahdollistaa sellaisten erilaisten tietojen esittämisen visuaalisesti, joita käyttäjä ei muutoin pystyisi havaitsemaan. Ympäriämme kulkee jatkuvasti miljoonia bittejä informaatiota langattomasti tai jotain muuta reittiä, ja matkapuhelimet, tabletit ja tietokoneet ovat tuoneet mahdollisuuden helppoon tietojen kanavoimiseen, minkä myötä lisätty todellisuus pystyy antamaan meille hyödyllistä tietoa reaaliajassa missä ikinä liikummekin. Se ei ole vain yksi teknologia, vaan se on yhdistelmä useista, jotka toimivat yhdessä tuodakseen digitaalisen tiedon perspektiiviimme. Lisättyä todellisuutta saattaa tavata jokapäiväisessä elämässä, esimerkiksi katsoessa urheilua voi huomata pieniä lisättyjä asioita television ruudulta (kuva 2). [Luvussa 4](#) käsitellään tarkemmin erilaisia sovellusalueita.



Kuva 2. Amerikkalaisessa jalkapallossa käytettävää lisättyä todellisuutta, jossa katsojille näytetään kuinka pitkä matka joukkueen tulisi edetä uusia yrityksiä varten

Vaikka nimi lisätty todellisuus antaa ymmärtää, että AR on pelkkää asioiden lisäämistä aitoon näkymään, niin näin ei ole. Sitä voidaan käyttää myös poistamaan asioita oikeasta näkymästä. Tähän tarkoitukseen sitä kuitenkin harvemmin käytetään, mutta esimerkiksi Pennsylvanian Yliopiston opiskelijat tekivät eräänlaisen merkin poistajan, joka sumentaa tuotteen logon. Laitetta kutsutaan nimellä "Brand Killer: Adblock for Real Life" ja tämähän on erittäin huono asia tuotteen markkinoinnin kannalta (kuva 3).

[1; 2.]



Kuva 3. Kuvankaappaus Jonathan Dubinin Brand Killer Youtube videosta

Nykypäivänä nähdään todella paljon digitaalisesti paranneltua mediaa, mutta se ei välttämättä tarkoita, että se luokitellaan lisätyksi todellisuudeksi. Lisätty todellisuus sekoitetaan usein ”visuaaliseen etsintään” erityisesti mobiililaitteilla. Visuaalinen etsintä määritellään ”aktiiviskannauksena” näköympäristöstä tietyn esineen tai ominaisuuden havaitsemiseksi useiden samantyyppisten asioiden seasta. Jollakin tapaa se alkaa samalla tavalla, kuin lisätty todellisuus eli kohteen tunnistamisella ja komennot tapahtuvat reaaliajassa, mutta se ei kuitenkaan yhdistä oikeaa ja luotua tietoa, eikä käytä 3D-ympäristöä. Tunnettuja visuaalista etsintää käyttäviä sovelluksia on esimerkiksi Google Goggles ja Nokia Point. Sovelluksilla käyttäjä ottaa kuvan kännykällään, jonka jälkeen sovellus etsii tärkeää tietoa kuvaan liittyen.

Kuva, joka on editoitu, tai mikään vastaava 2D-näkymää käyttävä sovellus ei myöskään ole lisättyä todellisuutta. Sama pätee myöskin elokuvaan ja televisio-ohjelmiin, jotka eivät tule reaaliajassa. Vastaavasti aiemmin mainitut amerikkalaisen jalkapallon tehosteet luokitellaan lisätyksi todellisuudeksi, sillä reaaliaikainen virtuaalinen linja näkyy näytöllä reaaliajassa, kun taas verrattaessa liikkuvaan kuvaan, joka on kirjoitettu, kuvattu ja käsitelty ei ole lisättyä todellisuutta.

[1.]

2.2 Lisätyn todellisuuden haasteet

Lähes kaikissa monimutkaisissa järjestelmissä, jotka vaativat paljon erilaisia komponentteja toimiakseen, on aina erilaisia ongelmia. Ongelmat voidaan luokitella teknisiin ja ei-teknisiin haasteisiin. Tietenkin ratkaisuja näihin ongelmiin kehitetään jatkuvasti ja lähi-vuosina niiltä välttyminen on kehittynyt todella pitkälle. Yksi avaintekijä tähän on teknologian kehitys. Yksi ei-teknisiin luokiteltu on sosiaaliset haasteet, ja haasteen syy on melko yksinkertainen: jos ihmiset eivät pidä jostakin, he eivät käytä sitä. Tämä tuo paljon spekulatioita ammattilaisten keskuudessa siitä, tuleeko lisätty todellisuus ikinä lyömään itseään kunnolla läpi jokaisen ihmisen tietoisuuteen.

On erittäin todennäköistä, että AR kasvaa todella suosituksi esimerkiksi Japanissa lähi-vuosina, varsinkin kun otetaan huomioon, että uuden teknologian käyttöönotto on osa heidän kulttuuriaan. Jos tarkastellaan esimerkiksi Amerikkaa, Eurooppaa tai Iso-Britanniaa, niin ne saattavat olla huomattavasti hitaampia kehityksessä. Luultavasti kuitenkin

mahdollinen integraatio on väistämätön erityisesti sen takia, että nuoremmat sukupolvet kasvavat tähän teknologiaan. Kuitenkin tällä välin se kohtaa todellisia haasteita, ja samat haasteet tulevat eteen tulevaisuudessaakin, jos AR:n suosio kasvaa.

Ensimmäinen todellinen haaste on saada tuotettua ihmisille laaja valikoima lähes täydellisiä käyttäjäkokemuksia, jotta AR saataisiin kasvatettua jokaisen ihmisen tietoisuuteen. Tällä hetkellä sisältö on melko epäselvää ja kohdistuu melko kapeaan käyttäjäkuntaan, mutta tätä olisi tarkoitus muuttaa lähitulevaisuudessa. Tällä hetkelle AR on lähes tuntematon käsite suurimmalle osalle, ja jotta tämä muuttuisi, on luotava monenlaisia positiivisia käyttäjäkokemuksia, jotka ovat toimivia, edullisia ja muuten hyödyllisiä.

Suurimpana teknisenä haasteena pidetään esineiden tunnistamista tai ns. rekisteröintiä, joka rajoittaa lisätyn todellisuuden sovelluksia. Todellisen ja virtuaalimaailman kohteiden on oltava kohdakkain toisiinsa nähden, tai joissain tapauksissa käytetään illuusiota, jossa kaksi maailmaa vaikuttaa rinnakkain. Jos kohteiden tarkkaa rekisteröintiä ei tehdä, lisätyn todellisuuden käyttäminen sovelluksissa on erittäin haastavaa, mutta tätäkin ominaisuutta voidaan parantaa lisätyn todellisuuden komponentilla (**AR component**). Anturi-tarkkuus sovelletaan matkapuhelimeen tai sitä tukevaan laitteeseen. Tarkkuusvaatimukset ovat siis suuri haaste, sillä GPS ja kompassi eivät ole riittävän tarkkoja. Live-videon kuva-analyysi on ainoa toteuttamiskelpoinen lähestymistapa, mutta tässäkin laskennalliset vaatimukset ylittävät helposti puhelimen reaaliaikaiset mahdollisuudet.

Lisätyn todellisuuden järjestelmä käyttää vähintään yhtä seuraavista paikantamisteknologioista: kamera/ muu optinen anturi, kiihtyvyysanturi, GPS, gyroskooppi, elektroninen kompassi, RFID (**radio frequency identification**) eli radiotaajuuksien etätunnistus ja langattomat anturit. Nämä teknologiat tarjoavat todella vaihtelevia tarkkuuksia, ja tähän vaikuttaa mm. komponentin hinta. Asennus ja näköyhteys luo myös omat haasteensa, kun puhutaan lisätystä todellisuudesta, joka perustuu sijaintiin. (Kuva 4)



Kuva 4. Suositun Snapchat-sovelluksen virhe kohteen tunnistamisessa

Suuri tekninen ongelman on myös syvyyden tunnistaminen, sillä pisteiden koordinaattien laskeminen on suuri haaste. Se on vaikeaa, sillä esimerkiksi matkapuhelin kameroissa ns. kehyksessä (**frame**) on todella kapea lähtötaso, jonka takia syvyyden käsitys on melko karkea. Näkymän muoto on suuressa osassa tämän ongelman kanssa. Ongelmaa kutsutaan nimellä **Structure from motion problem**. Kyseiseen nimitykseen ei löytynyt mitään järkevää suomenkielistä selitettä, mutta SfM on kuvaamistekniikka, jolla arvioidaan 3D-rakenteita 2D kuvasarjasta, ja se pystytään liittämään paikallisiin liikesignaaleihin.

Suurena haasteena on myös yksityisyys. Yksi tärkeimmistä lisätyn todellisuuden osista on kuitenkin kamera, ja on selvää, että kamera näkee kaiken, minne kamera päätetäänkin osoittaa. Esimerkiksi on ns. tunnistussovelluksia, joissa osoittamalla kamera henkilöön, sovellus etsii henkilöstä kaiken tiedon, joka internetistä löytyy, mutta tietenkin vain, jos sovellus tunnistaa henkilön. Tällaisista sovelluksista löytyi vain maksullisia versioita yrityksille, joten sovellusten toimivuutta ei päästy testaamaan.

Edellisestä kappaleesta todella vähän eroten päästään markkinoijiin ja mainostajiin, joiden huomion AR on saanut. He ovat tajunneet, että AR antaa mahdollisuuden hyödyntää tiloja lisäämällä digitaalisia mainoksia niille reaaliajassa, mikä onkin liian tuottoisaa ja merkittävää mahdollisuuden sivuuttamiseksi. Tämän haasteen tavat ovat melko epätoivottuja, sillä yksilöllinen mainosten kohdistaminen, joka perustuu henkilön reaali maailman käyttäytymiseen yhdistämällä sijainnin ja sosiaalisen median tiedot, joten haluaako kukaan oikeasti tällaisen yksityisyyden uhkaamisen toteutuvan?

Myös autojen tuulilaseihin on alettu laittamaan lisättyä todellisuutta, ja tämä on joissakin määrin hyväkin asia, ettei matkapuhelinta käytettäisi niin paljon, koska melko suureen osaan onnettomuuksista liittyy matkapuhelin. Ajo-ohjeiden lisääminen tuulilasinäkymään on positiivinen asia, mutta tämä tuo ajatuksen kaiken muunkin datan lisäämisestä näkymään esimerkiksi matkapuhelimesta, mistä voikin syntyä melkoinen kaaos (kuva 5). Tästä päästäänkin siis kysymyksen, että missä menee raja asioiden lisäämiseen? AR-näytön on käsiteltävä kysymys, mitkä tiedot voidaan näyttää ja missä muodossa. Liian paljon tietoa voi helposti aiheuttaa kuvan epäselvyyttä, erityisesti pienellä puhelimen näytöllä, jos käsitellään asiaa tämän auton tuulilasi-ääripään ulkopuolelta.



Kuva 5. Mercedes-Benzin teettämä esimerkki "ruuhkautuneesta" tuulilasista

On olemassa myös muita teknisiä haasteita, esimerkiksi laitteiden yhteensopivuus, teki-järäjoitukset, kun laite tehdään vain tietyille alustoille, tai laitteessa saattaa olla liian pieni näyttö toimiakseen (esimerkiksi matkapuhelimessa). Tämän vuoksi tablettien suosio on kasvattanut lisätyn todellisuuden potentiaalia, sillä useimmiten uudemmat tabletit täyttävät teknologiavaatimukset sekä suurempi näyttö tuo paremman käyttökokemuksen lisäystä todellisuudesta.

Menestymisen kannalta lisätyssä todellisuudessa tulee olla valmiiksi asetettuna matala oppimiskäyrä, sillä muitakin haasteita on paljon. Sen tulee myös olla hyödyllinen, jotta se saataisiin ihmisten jokapäiväiseen arkeen. Tällä hetkelle AR sijoittuu lähinnä viihteeseen ja mainontaan, mutta jatkuvasti etsitään ratkaisuja eri aloille, joissa menetelmiä voitaisiin tehostaa sen avulla. Oletuksena on, että lähivuosina tai seuraavan vuosikymmenen aikana AR on hyvä vaihtoehto jokaisen ihmisen elämässä. Sanaa vaihtoehto käytetään, sillä AR ei välttämättä ole se ensisijainen vaihtoehto, esimerkiksi aiemmin mainittu matkapuhelin ei ole sovellettavissa joka tilanteeseen, kuten esimerkiksi kirjan kirjoittamiseen.

[1; 3; 5.]

2.3 Historia ja kehitysvaiheet

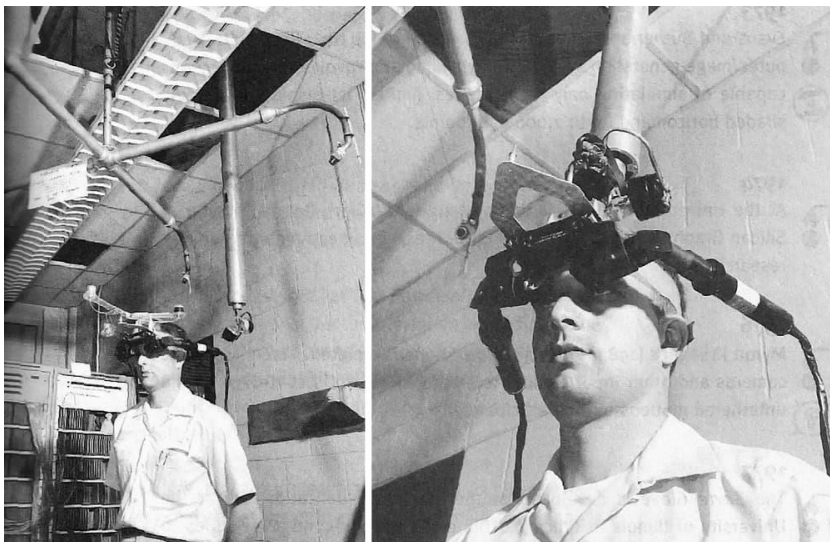
Lisätyn todellisuuden kehittämisen parissa on työskennellyt monia erittäin taitavia ja omistautuneita henkilöitä, jotka tekivät todella paljon töitä sen kehittämiseksi, vaikka heillä ei ole ollut juuri minkäänlaista teknologiaa apunaan. Seuraavassa on lueteltuna näitä henkilöitä ja heidän saavutuksiaan.

1962 Kuvataiteilija Morton Heilig suunnitteli moottoripyöräsimulaattorin nimeltä Sensorama. Se on yksi ensimmäisistä tunnetuista laitteista, joissa käytettiin mukaansatempaavaa ja monikäyttöistä tekniikkaa, jossa hyödynnettiin näkymää, ääntä, värinää ja hajuja (kuva 6).

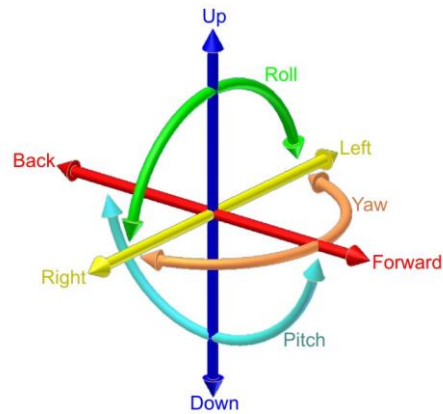


Kuva 6. Sensorama-laite 1962

1968 Ivan Sutherland loi ensimmäisen järjestelmän, joka käytti lisättyä ja virtuaalitodellisuutta nimeltään The Sword of Damocles (kuva 7). Se käytti optista päähän kiinnitettävää näyttöä ja oli yksi ensimmäisistä laitteista, joka käytti kuutta vapausastetta (6DOF) (kuva 8).

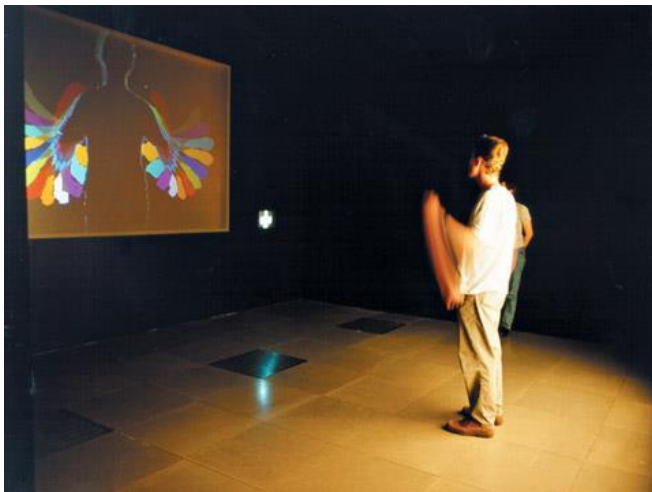


Kuva 7. The Sword of Damocles, päähän kiinnitettävä järjestelmä



Kuva 8. Six degrees of freedom (6DOF)

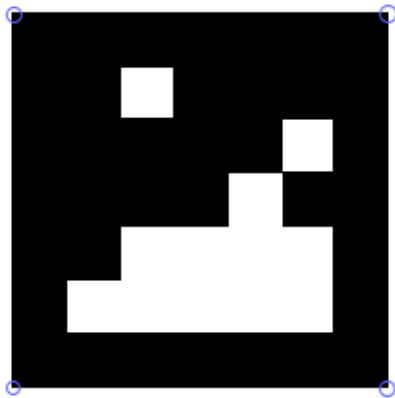
1975 Myron Krueger loi paikan nimeltä videoplace. Myronia pidetään yhtenä lisätyn todellisuuden alkuperäisistä pioneereista, ja interaktiivinen taide loi järjestelmän, jonka avulla käyttäjät pystyivät ensimmäistä kertaa vuorovaikuttamaan virtuaalisten esineiden kanssa (kuva 9).



Kuva 9. Myron Kruegerin videoplace 1975

1992 Boeingin tietotekniikan palveluissa Adaptive Neural Systems tutkimus- ja kehityshankkeessa Tom Caudell ja David Mizell saivat tunnustusta termin Augmented Reality yhdistämisestä. Tämä syntyi tutkimus- ja kehitystyöstä, jossa keskityttiin etsimään helpompaa tapaa helpottaa Boeingin valmistus- ja suunnitteluprosessia, mikä johti heidät suunnittelemaan ohjelmistoja, jotka voisivat peittää paikat, joissa tiettyjen kaapelien olisi tarkoitus kulkea rakennuksen prosessissa.

1996 Jun Rekimoto kehitti NaviCam-nimisen AR-prototyypin ja kehitti 2D-matriisimerkki-idean. Merkit ovat fyysisiä objekteja tai paikkoja, joissa todellinen ja virtuaalinen ympäristö yhdistetään. Merkki on se, jonka tietokone tunnistaa paikaksi, jossa digitaaliset tiedot esitetään. Tämän tyyppinen merkki on yksi ensimmäistä merkintäjärjestelmistä, joiden avulla kameran seuranta voi tapahtua kuudella vapausasteella. Tämän tyyppisiä merkkejä käytetään vieläkin (kuva 10).



Kuva 10. Matriisi-viivakoodi

1997 Lisätyn todellisuuden tutkimusjohtaja Ronald Azuma muodosti määritelmän kolmen ominaisuuden perusteella: 1. Se yhdistää todellisen ja virtuaalisen, 2. Se on interaktiivinen reaaliajassa, 3. Se on rekisteröity 3D-muotoon.

1999 Yritys nimeltä Total Immersion perustettiin ja tuli markkinoille ensimmäisenä AR ratkaisujen toimittajana. He toivat markkinoille tuotteen nimeltä D'fusion, joka suunniteltiin toimimaan useilla alustoilla, ja käyttivät vuosikymmenen tutkiakseen ja kehittääkseen yrityksen markkinajohtajaksi.

Hirokazu Kato julkaisi ARtoolKitin avoimen lähdekoodin yhteisölle, ja tämä työkalu mahdollisti reaaliaikaisen videokuvan lisäämisen virtuaaliobjekteihin, 3D-grafiikan sisällyttämisen ja käytön millä tahansa käyttöjärjestelmällä. Tälläkin hetkellä lähes kaikki flash-pohjaiset lisätyt todellisuudet, jotka näkyvät nettiselaimessa, on tehty käyttämällä AR-Toolkit-tietokonetta.

Hollerer, Feiner ja Pavlik kehittivät käytännöllisen AR-järjestelmän, jonka avulla käyttäjät voivat kokea lisättyä todellisuutta, joka on integroitu asiaankuuluviin ulkoisiin paikkoihin, ja tämä järjestelmä on vasta alkusoittoa AR-selaimelle.

2000 Bruce Thomas loi AR-version suosituista pelistä Quake. Se oli ensimmäinen AR 3D-näkymän peli, joka sisälsi kuuden vapausasteen (6DOF) seurantajärjestelmän, GPS:n, digitaalisen kompassin ja näkymään perustuvan jäljityksen (kuva 11).

Samana vuonna Simon Julier loi Battlefield Enhanced Reality system (BARS)-järjestelmän. Tämä järjestelmä tarjosi hyödyllistä tietoa maan sotilaille. Järjestelmä koostui tietokoneesta, langattomasta verkkojärjestelmästä ja päänäytöstä (kuva 12).



Kuva 11. Quake pelin AR versio



Kuva 12. Battlefield Enhanced Reality system

2001 Reitmayr ja Schmalstieg loivat mobiili- ja monikäyttöisen AR-järjestelmän. Tämä malli osoitti monikäyttöjärjestelmän potentiaalin, kun yhdistetään liikkuva AR ja yhteistyöominaisuudet käyttäjien välillä (kuva 13).

Vuonna 2001 Kooper ja MacIntyre loivat Real-World Wide Web (RWWW) selaimen, joka tunnustetaan ensimmäiseksi AR-selaimeksi.

Myös vuonna 2001 Vassilios Vlahakis loi matkailu- ja koulutusjärjestelmän nimeltä Archeoguide. Järjestelmä rakennettiin Kreikan Olympian historiallisen alueen ympärille ja se sisälsi navigointirajapinnan, muinaisten temppelien ja patsaiden 3D-malleja sekä avatareja kilpailemassa juoksussa (kuva 14). Vuosi 2001 on siis melko tärkeä lisätylle todellisuudelle.



Kuva 13. Monikäyttöjärjestelmällä toimiva shakki



Kuva 14. Tuhoutuneen historiallisen rakennuksen virtuaalinen jälleenrakennus Archeoguidella

2004 Mathias Möhring esitteli ensimmäisen järjestelmän matkapuhelinten 3D-merkkien seurantaan. Tämä kehitys mahdollisti eri 3D-merkkien havaitsemisen ja eroavaisuudet sekä 3D-tulkinnan integroinnin suoraan lähetykseen. Tällä teoksella pystyttiin katso-
maan ensimmäistä kertaa lisättyä todellisuutta kuluttajien matkapuhelimista ja saamaan
järjestelmä siihen.

2006 Nokia aloitti projektin nimeltään "Mobile Augmented Reality Applications (MARA).
Hankkeessa kokeiltiin luoda AR-ohjaussovellus toimimaan matkapuhelinten monisuun-
taisten toimintojen avulla. Prototyyppi peittää kameran ottaman jatkuvan kuvavirran, joka
syntyy kohteen etsinnästä (**viewfinding**) ja lisää selityksiä käyttäjän ympärille reaa-
liajassa erilaisten grafiikkojen ja tekstien avulla.

2008 Mobilizy käynnistää lisätyllä todellisuudella toimivan selaimen nimeltään "Wikitude
World Browser. Sovellus yhdistää GPS- ja kompassidatan Wikipedian merkinnöillä ja
peittää reaaliaikaiset tiedot kameran näkymästä.

2009 SPRXmobile käynnistää selaimen nimeltään "Layar" se on toinen AR-selain, joka
käyttää GPS- ja kompassitietoja rekisteröintiin. Layar käyttää avointa asiakaspalvelin-
alustaa sisältökerroksia, se vastaa siis perinteisiä verkkosivuja PC-pohjaisissa se-
laimissa.

Tässä oli lyhyt katsaus, eikä millään määrin kattava kooste lisätyn todellisuuden histori-
asta ja kehityksestä. Se on ollut melko pitkä tie, jossa on ollut monia mielenkiintoisia
tapahtumia ja innovaatioita. AR jatkaa kehittymistään vielä vuosikymmenien ajan, ja sen
eteen tehdään töitä, jotta se saadaan mukaan jokapäiväiseen moderniin teknologiaan.
Seuraavassa luvussa käsitellään lisätyn todellisuuden teknologiaa tarkemmin.

[1.]

3 Lisätyn todellisuuden teknologia

Luvussa 3 käsitellään lisätyn todellisuuden käyttämää teknologiaa, tarkastellaan miten, sitä hyödynnetään ja missä tilanteissa. Avataan kolme yleisesti luokiteltua näyttötyyppiä ja menetelmiä, jotka ovat vuorovaikutuksissa AR:n kanssa.

3.1 Yleistä

Lisätyn todellisuuden alustana käytetään yleensä joko näyttöjä, lattiaa tai seinää, jotka vastaavat ihmisten tai esineiden kosketukseen ja tarjoavat heille virtuaalisen reaaliaikaisen tiedon. Lisätyn todellisuuden näyttöteknologia luokitellaan yleisesti kolmeen päätyyppiin: puettavat näytöt, kannettavat näytöt ja videotilanäytöt/ lisätyn todellisuuden tilat.

Vuonna 2007 Microsoft julkaisi kahvipöydän kokoisen tietokoneen nimeltään Surface, joka näkee ja vastaa kosketukseen sekä reaaliajan esineisiin. Ajan mittaan tämä Surface-tietokone yhdistettiin täydennettyihin todellisuuskomponentteihin ja näin syntyi Microsoftin luoma projekti LightSpace. Se yhdistää pintatiedot ja lisätyn todellisuuden, joka luo ympäristön, jossa kaikki pinnat ja jopa pintojen välinen tila ovat täysin vuorovaikutteisia.

[1.]

3.2 Puettavat näytöt

Puettavat näytöt ovat näyttötyyppi, jossa käyttäjä pitää silmälasien tai suojalasien tyypistä laitetta päässään, ja sitä kutsutaan nimellä päähän puettava näyttö (HMD) (**Head-Mounted Display**) (kuva 15). Puettavia näyttöjä kutsutaan myös videosilmälaseiksi, videosuojalaseiksi tai henkilökohtaiseksi mediasoittimeksi. Tyypillisen puettun näytön muotoilu käyttää joko yhtä tai kahta pienikokoista videonäyttöä linsseissä ja puoliläpäisevät peilit ovat upotettuna kypärään tai silmälasihin. Mikroelektroniikan edistyminen tuo paljon uusia mielenkiintoisia mahdollisuuksia päähän puettaviin näyttöihin, ja erityisesti visualisoinnin ja AR-sovellusten toimimista yhdessä tutkitaan. Nykyään päähän puettavia näyttöjä (HMD) käytetään todella monissa sovelluksissa, jotka kattavat laajan valikoiman erilaisia kokonaisuuksia, jotka sisältävät kaiken tekniikasta ja suunnittelusta kouluttamiseen ja harjoitteluun.



Kuva 15. Vuzix AR-lasit

Videolasit ovat päähän puettava näyttö, joka toimii henkilökohtaisena laajakuvanäyttönä, joka mahdollistaa käyttäjän kokea lisätty todellisuus luonnollisemmin ja laajemmin. Videolaseja on ollut jo 1990-luvun loppupuolelta asti, mutta valitettavasti niiden suorituskyky on alisuoriutunut, kun odotukset ovat olleet korkealla. Tämä on kuitenkin muuttumassa nopeasti, sillä niitä kehitetään jatkuvasti ja sen myötä valmistuskustannukset ovat pudonneet. Vuzix on yksi suosittu yritys, joka tuottaa lisätyn todellisuuden laseja. Matkapuhelimet ovat kehittyneet pysyväksi osaksi tekniikan infrastruktuuria ja laadukkaista verkkomateriaaleja, joiden menestys kasvaa suuruusluokittain. Se aika lähestyy nopeasti, jossa laatu ja sisältö laajenevat huomattavasti sekä puettavien näyttöjen hinnat putoavat huomattavasti, kun markkinat laajentuvat ja sisältö on tarkemmin kohdistettu kyseisille laitteille. Riippumatta muutamista haitoista HMD-tekniikka tarjoaa monipuolisuutta, joka tekee siitä hyödyllisen monella tasolla erilaisissa sovelluksissa. Päähän puettavan näytön tekniikka mahdollistaa käyttäjälle entistä vahvemman ja todellisemman elämyksen lisättyyn todellisuuteen.

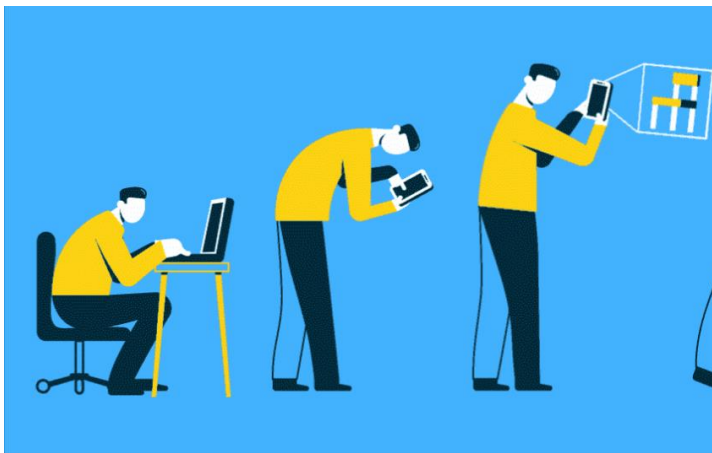
[1.]

3.3 Kädessä pidettävät näytöt

Kuten nimi kertoo, kädessä pidettävät näytöt ovat sellaisia, joita käyttäjä pystyy pitämään omassa kädessään. Tärkein ominaisuus ja suuri etu on siis, että järjestelmä pystytään viemään juuri niihin paikkoihin, joissa sitä tarvitaan.

Kädessä pidettävistä näytöistä yleisin on älypuhelin, johon saa erilaisia AR-sovelluksia digitaalisen kuvan näyttämiseen, joka on peitetty sovelluksen reaaliaikaisen katseluohjelman kautta. Laitteena voi olla myös esimerkiksi kannettava tietokone tai tabletti, kunhan se on kameralla varustettu (kuva 16). Kameran avulla näytöllä pystytään esittämään kuvattu ympäristö, johon on lisätty lisätyn todellisuuden informaatiota.

Sellaiset laitteet kuten Apple iPad, Motorola Zoom ja muut tabletit ovat myös kasvattamassa suosiotaan niiden muotoilun, ja toimintojen avulla, ja niissä on suurempi näyttö verrattuna perinteiseen älypuhelimkeen.



Kuva 16. Kannettavia näyttömahdollisuuksia

Älypuhelimien jatkuvan parantumisen myötä AR-järjestelmien kehitys ja käyttöönotto on helpottunut ja halventunut. Älypuhelimien AR-sovelluksilla on todella suuri potentiaali ja monia etuja. Aiemmin mainitun halvemman hinnan lisäksi ne ovat myös hyvin levinneet, minkä ansiosta lisätty todellisuus siirtyy paremmin ihmisten tietoisuuteen, sillä lähes jokaisella on nykyään älypuhelin ja sovellusten lataaminenkin on tehty niin yksinkertaiseksi kuin sen saa.

Toinen etu on, että älypuheliin on oletuksena varustettu hyödyllisiä antureita kuten kiihtyvyysanturi, gyroskooppi, kamera ja GPS. Älypuhelimet ovat joka tapauksessa hyödykelaitteita, joten mitään ei ole tarkoitus tuottaa pelkästään AR-tarkoitukseen. AR:ää varten on jo olemassa kaikki tarvittava laitteisto, jolla voidaan suunnitella ja tuottaa työkaluja, jotka auttavat käyttäjää kaikissa tilanteissa.

Kuitenkin älypuhelimissa ja yleensäkin kädessä pidettävissä AR-järjestelmissä on yleensä rajoituksia. Ensinnäkin niillä on melko rajalliset tehot raskaisiin laskutoimituksiin, joista aiemmin mainittiin. Nykyaikaiset älypuhelimet ovat hyvin varusteltuja ja niissä on uskomattomat suoritinnopeudet ja paljon muistia verrattuna muutamia vuosia vanhoihin pöytäkoneisiin. Mutta silti on olemassa tehtäviä, jotka on huomattavasti helpompi ratkaista huippuluokan tietokoneella. Myös akku voi olla ongelma, ja tämä ongelma pätee kaikkien laitteiden kanssa.

Toinen haittapuoli on, että jotkut tehtävät ovat hyvin vaikeita tai jopa lähes mahdottomia ilman infrastruktuurin tukea. Tarkkaan paikantamiseen kuitenkin tarvitaan infrastruktuuria, kuten satelliitit (GPS) tai joitakin muita antureita tai lähettimiä, joten välillä älypuhelin tai kannettava AR-laite ei riitä.

Viimeisenä haittana mainittakoon käyttäjän mukavuus. Kun käyttää kädessä pidettävää AR-laitetta, sitä on koko käytön ajan pidettävä kädessä, joten toinen käsi on varattuna laitteen pitelemiseen koko ajan, kun taas toinen käsi saattaa olla varattu sovelluksen käytölle. Tästä huolimatta kädessä pidettävät AR-laitteet voivat olla erittäin hyödyllisiä käyttäjälle erilaisissa tilanteissa. Huolellisesti suunnitellut ja testatut sovellukset voivat auttaa käyttäjää jokapäiväisessä elämässä erilaisissa tehtävissä, jotka olisivat muuten paljon vaikeampia tai aikaa vieviä.

[1; 6.]

3.4 Videotilanäytöt/ lisätty todellisuus tilat

Videotilanäytöissä/ lisätyn todellisuuden tiloissa (SAR) käytetään videoprojektoreita, hologrammeja ja muita teknologioita digitaalisen tiedon välittämiseksi suoraan fyysiseen objektiin ilman, että käyttäjä tarvitsisi omaa näyttöä. Toinen SAR-käyttö on digitaaliset maalaukset tai ruiskumaalaus. Lisätyn todellisuuden tilat ovat hyödyllisiä esimerkiksi, jos suuren ryhmän tarvitsee nähdä AR-sisältö, vaikka museossa. Nämä näytöt ovat tästä syystä hyödyllisiä, sillä useimmat muut AR-järjestelmät ovat pieniä ja henkilökohtaisia, joten ne kohdistuvat vain yhteen käyttäjään. SAR käyttää päinvastaista lähestymistapaa ja integroi AR-ominaisuudet lähiympäristöön eikä pelkästään yhden käyttäjän kanssa. Sillä on myös mahdollisuus olla hyödyllinen työkalu tulevaisuudessa ohjauspaneelien suunnittelussa. Ohjauspaneelien komponentit voidaan suunnitella nopeasti

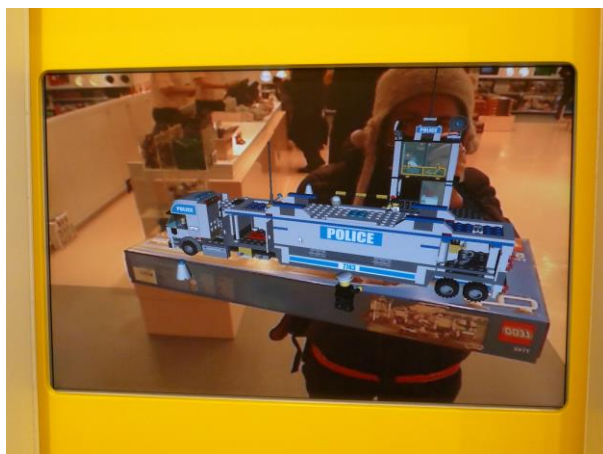
muokattaviksi, jotta suunnittelijat ja insinöörit pystyvät muuttamaan niitä helposti omiin näkemyksiinsä sopiviksi. Vastaavasti kuin ohjauspaneelien suunnittelussa, ruiskumaalauskyky mahdollistaa suunnittelun käytännöllisesti ilman fyysistä kohdetta, minkä ansiosta suunnittelijat pystyvät kokeilemaan erilaisia värejä ja tyylejä, jolla saadaan aikaiseksi lopputuotteen realistinen näkymä (kuva 17).



Kuva 17. Ruiskumaalausta digitaalisesti

Videotilanäyttöjä hyödynnetään pitämällä AR-merkkiä Web-kamerassa, joka näyttää tämän seurauksena virtuaalisen lisän videonäyttöllä tai videomonitorilla. Esimerkiksi yritys Hallmark käyttää AR-varustettuja onnittelukortteja näyttöjen kautta. Kortin vastaanottava henkilö menee WWW-sivustolle ja näyttää korttiaan Web-kameralle, jonka jälkeen tietokoneen näyttöön ilmestyy virtuaalinen kuva tai video syntymäpäiväonnitteluista. Eri toimialat ovat alkaneet käyttämään videonäyttelijöitä esittelemään tuotteita asiakkailleen. Lego on esimerkiksi luonut ohjelman ”Lego Digital Box Kiosk”, joka käyttää itse legolaa-tikkaa AR-merkinä luomaan näytölle mallin valmiiksi kootusta kokonaisuudesta, ja tähän on hieno tapa näyttää asiakkaille, mitä he ovat ostamassa (kuva 18).

[1.]



Kuva 18. Lego Digital Box Kiosk

3.5 Seuranta

Aiemmin jo mainittuna lisätty todellisuus tuo tietoa oikeaan näkymään, ja jotta tämä olisi mahdollista, järjestelmän on tiedettävä, missä käyttäjä on ja mitä hän näkee. Yleensä käyttäjä katsoo näytöltä ympäristöä kameran avulla. Käytännössä järjestelmän kamera määrittelee siis suunnan ja sijainnin. Kalibroidun kameran avulla pystytään lisäämään AR-tekniikan asioita oikeisiin paikkoihin. Termi seuranta tulee englanninkielisestä sanasta **tracking**, joka tarkoittaa suhteellisen sijainnin sekä suunnan laskemista kamerasta reaaliajassa, ja se on yksi lisätyn todellisuuden peruskomponenteista.

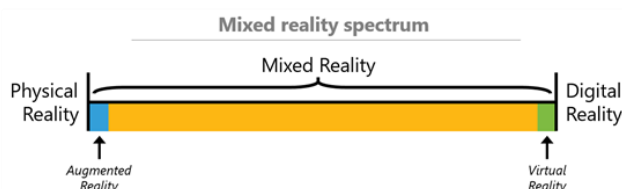
Tietokonenäön, robotiikan ja fotogrammetrian tutkijat ovat kehittäneet huomattavan määrän erilaisia seurantamenetelmiä. Nämä menetelmät voidaan jaotella sen mukaan, perustuuko se laitteiden anturien seurantamenetelmiin, visuaalisiin seurantamenetelmiin vai menetelmien yhdistelmiin. Koska useimmissa lisätyn todellisuuden järjestelmissä kamera on jo pääosassa, ovat visuaaliset seurantamenetelmät tutkijoiden mielestä kiinnostavia ja niitä tutkitaan erityisen paljon. Visuaalisessa seurannassa järjestelmä päättelee kameran sijainnin sen näköhavaintoihin perustuen. Tuntemattomassa ympäristössä se on varsin haastavaa, sillä riittävän datan kerääminen sijaintiarvion laskemiseen ottaa oman aikansa. Kun ympäristö ei ole tiedossa, järjestelmä valitsee satunnaisesti koordinaattien suunnan, mikä saattaa olla epämiellyttävää käyttäjälle, ja lisäksi täysin oikea asteikko on mahdotonta päätellä pelkkiin visuaalisiin havaintoihin perustuen.

Yksi ratkaisu tähän haasteeseen on lisätä ennalta määritetty ja helposti havaittavissa oleva merkki ympäristöön sekä käyttää tietokonetekniikkaa sen havaitsemiseksi. Merkin

tulee olla sellainen, jonka tietokonejärjestelmä pystyy havaitsemaan videokuvasta käyttäen kuvankäsittelyä, hahmontunnistusta (**pattern recognition**) ja konenäkötekniikkaa. Kun merkki havaitaan, se määrittää sen jälkeen kamerasuunnan ja sijainnin. Tätä toimintatapaa kutsutaan nimellä merkkipohjainen seuranta (**marker-based tracking**) ja se on usein käytetty AR-järjestelmissä.

Muita visuaalisen seurannan toimintatapoja on ominaisuusperusteiset (**feature-based methods**) ja malliperusteiset (**model-based**) menetelmät. Mallipohjaisessa seurannassa järjestelmällä on malli kuvauspaikasta tai ainakin osa siitä (esim. CAD-malli). Se vertaa sen havaintoja mallin kanssa ja etsii parhaan vastaavuuden, mikä sen jälkeen määrittää sijainnin. Ominaisuusperusteisessa seurannassa järjestelmä havaitsee optiset ominaisuudet kuvasta ja oppii ympäristön sen havaintojen perusteella.

Vaikka visuaalisen seurannan tutkimus suuntautuu kohti ominaisuuspohjaista seurantaa, ominaisuus ja merkkipohjainen seuranta eivät ole toisistaan paljon poikkeavia. Itse asiassa merkkipohjaiset menetelmät suoriutuvat usein paremmin kuin ominaisuuspohjaiset menetelmät tietyissä tilanteissa ja merkkipohjaisiin perustuvia järjestelmiä käytetään yhä laajalti visuaaliseen seurantaan lisättyssä ja sekoitetussa todellisuudessa (kuva 19).



Kuva 19. Sekoitettun todellisuuden skaalaus

Merkkipohjaisten järjestelmien suosio selittyy kuitenkin sillä, että ne on melko helppoja toteuttaa ja niille on tehty hyviä ja tunnettuja merkkipohjaisia työkaluja kuten ARToolKit, ALVAR ja ARTag. Työkalut tarjoavat hyvän pohjan AR-sovelluksen kehittämisen aloittamiselle. Sen lisäksi merkit tarjoavat oikean mittasuhteen ja sopivat koordinaattiskaalan. Tämä mahdollistaa järjestelmän lisätä tiettyjä esineitä tai vuorovaikutuksia merkkeihin. Merkkipohjaisessa seurannassa, järjestelmän on siis tunnistettava merkki, jotta se pystyy laskemaan sijainnin ja asteikon.

[7; 8; 9; 11.]

4 Lisätyn todellisuuden sovellusalueet 2010-luvulla

Tässä luvussa käsitellään sitä, miten AR-teknologia toimii nykypäivän modernin teknologian kanssa ja millaisilla sovellusalueilla sitä hyödynnetään. Lisätty todellisuus on kehittänyt huomattavasti vuosikymmenien aikana ja kehitystyötä tapahtuu koko ajan edelleen. Mainonta on tällä hetkelle ehkä yleisin, mihin lisättyä todellisuutta hyödynnetään, mikä näkyy joka päiväisessä arjessa. Elokuva-ala on myös alkanut hyödyntämään AR-teknikkaa elokuvien edistämistä varten. Yhtenä suurimpana potentiaalina pidetään kuitenkin tehtävien hallintaa, joka haluttaisiin saada kaikille ihmisille käyttöön tulevaisuudessa. Normaalisti sovellukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: kädessä pidettävät sovellukset, yhteistyön mahdollistavat sovellukset ja kaupalliset sovellukset. Näiden lisäksi on myös muita sovellusalueita, joita on vaikea luokitella näihin osa-alueisiin, kuten lääketiede, asentaminen ja kunnossapito, sotilastoiminta ja peliteollisuus. Kyseisiä sovellusalueita avataan tarkemmin tässä kappaleessa.

[1.]

4.1 Kädessä pidettäville laitteille suunnatut sovellukset

Kädessä pidettävät AR-sovellukset ovat lähtöisin monilta eri aloilta ja se antaa hyvät mahdollisuudet monille sovellusalueille ja niitä hyödynnetään muun muassa viihteessä, markkinoinnissa, myynnissä, koulutuksessa, navigoinnissa, matkailussa ja erilaisissa sosiaalisissa verkostoitumisissa. Suurin sovellusmahdollisuus näistä on kuitenkin jo aiemmin mainittu markkinointi, jota käsitellään [kappaleessa 4.3](#). Monet näistä sovelluksista jakavat mobiilisovellusten ominaisuudet, erityisesti paikantamista varten. Suuri osa kädessä pidettävien laitteiden sovelluksista on siis pääosin yhteensopivia puhelinten ja tablettien kanssa.

AR-järjestelmiä kehitetään jatkuvasti, kuten aiemmin jo mainittu. Sovellusten kannalta tärkein edistyminen on ollut seurannan kehittyminen sekä tietojenkäsittelyn tehostaminen. Tutkijat ovat pitkään tutkineet kädessä pidettäviä AR-järjestelmiä tarkkaan järjestelyissä sisätiloissa, jotta järjestelmä saataisiin toimimaan oikein. Nämä ominaisuudet mahdollistavat uusia sovelluksia navigointiin, paikannettuun tietojen hakuun -sekä ns. tilannetietoisuuteen (**situational awareness**).

Leluteollisuus on alkanut hyödyntämään AR sovelluksia, jotka voivat luoda hahmoja ja ns. herättää kohteen eloon (kuva 20). Lelujen tuottajat voivat tarjota erikseen suunnatun kuvan ja virtuaalisen tarinan tuotteidensa avulla oppimisen ja taitojen kehittämiseksi. Reuben H. Fleet Science Center San Diegossa avasi 2012 Magnet Field View Finder-näyttelyn, jossa kävijät voivat oppia magneettikentistä katsomalla magneettia mobiililaitteen kautta (kuva 21). Näytölle tulee 3D liikkuva magneettikenttä, joka tulee magneetilta. Vierailijat voivat liikuttaa puhelinta magneetin ympärillä tarkkaillakseen magneettikentän liikkeitä eri kulmista.



Kuva 20. Leluteollisuuden prototyyppi AR-sovelluksesta



Kuva 21. Magneettikentän 3D-sovellus

Navigointi- ja matkailujärjestelmät käyttävät pääosin anturipohjaisia lähestymistapoja, joita käytetään apuvälineinä lisäämään tietoa reaalinäkymään. Käyttäjät hyötyvät AR-navigoinnista siten, että vaikka he katsovat auton omaa navigointinäyttöä, he saavat huomattavasti paremman käsityksen siitä, mihin mennä (kuva 22). Järjestelmä näyttää myös tietoja kuuluisista rakennuksista tai historiallisista maamerkeistä, ja käyttäjä pystyy hakemaan lisätietoa kohteesta osoittamalla sitä kameralla.

Teknisesti matkailutietojärjestelmät ovat vähemmän vaativia kuin muilla sovellusalueilla, sillä useimmissa tapauksissa tietoja ei tarvitse peittää niin tarkasti, koska nykyisten kaupallisten laitteiden sisäisten antureiden tarkkuus riittää. Monet tällaiset sovellukset kuitenkin kärsivät informaation sekavuudesta.



Kuva 22. AR-navigointisovellus

Sosiaalinen verkostoituminen on ollut kovassa kasvussa, ja tähän suurin syy on matkapuhelimet, minkä vuoksi ei ole yllättävää, että AR-teknologiaa on alettu käyttämään verkostoitumiseen. Monet sosiaalisen median kanavat ovat alkaneet myös käyttämään liisätyä todellisuutta palveluissaan, kuten aiemmin mainittu Snapchat (kuva 4), Instagram ja Facebook. Myöskin erilaisia pelejä on luotu paljon lähivuosina, joita käsitellään [kappaleessa 4.4.5](#). Verkostoitumiseen on hyödynnetty, että ihmiset jättävät viestejä, kuvia ja muuta sisältöä tietyissä kohteissa tai paikoissa, joita muut voivat myöhemmin tarkastella. Tähän hyviä esimerkkejä on ravintolaketjujen arvostelut, mainostaulujen virtuaaliset viestit julkisissa tiloissa tai merkit, joita osoittamalla pääsee suoraan kyseisen sosiaalisen median sivulle.

[13; 14; 15.]

4.2 Yhteistyön mahdollistavat sovellukset

Monet AR-sovellukset voivat hyötyä siitä, että monet ihmiset näkevät, keskustelevat ja vuorovaikuttavat samanaikaisesti virtuaalisilla 3D-malleilla. Käyttämällä projektoreita pintojen lisäämiseksi yhteistyöympäristössä, käyttäjät pysyvät ns. vapaana eli kiinnittämättöminä näkemään toistensa silmät ja sama näkymä saadaan esitettyä useammalle käyttäjälle. Tämä lähestymistapa kuitenkin rajoittuu virtuaalitiedon lisäämiseen vain heijastetulle pinnalle. Jäljitetyt läpinäkyvät näytöt voivat kuitenkin lieventää tätä rajoitusta, antamalla mahdollisuus sijoittaa 3D grafiikkaa vapaasti ympäristöön. Läpinäkyviä näyttöjä käyttäviin yhteistyön mahdollistaviin AR-järjestelmiin kuuluu sekä käsissä pidettävät että puettavat läpinäkyvät näytöt. Esimerkki tällaisesta yhteistyö monijärjestelmästä on, kun integroidaan kentällä olevalta sotilalta saatu tieto sotilaalliseen VR simulaatio yksikköön.

Tällaisen monijärjestelmän ongelma on kuitenkin, että näiden yhteistyön mahdollistavien AR-järjestelmien on varmistettava, että käyttäjät voivat luoda yhteisen käsityksen virtuaalisesta tilasta vastaamaan fyysistä tilaa, jossa henkilö oikeasti on. Koska grafiikka on peitetty riippumatta kunkin käyttäjän näkymästä, sitä on vaikeaa varmistaa, että jokainen käyttäjä ymmärtää selvästi, mitä muut käyttäjät osoittavat tai mihin he viittaavat. Suunnittelijat ovat yrittäneet ratkaista tätä ongelmaa tulkitsemalla fyysisten osoittimien virtuaalisia esityksiä, jotka ovat näkyvissä kaikille osallistujille. Monet järjestelmäsuunnittelijat ovat suositelleet mukautuvan rajapinnan hyötyjä, jotka olisi räätälöity kunkin käyttäjän etujen ja taitojen perusteella. Kyky yksilöidä esitetyt tiedot kullekin käyttäjälle, antaa AR-järjestelmille mahdollisuuden esittää henkilökohtaisia tietoja yksilöitynä ilman pelkoa, että muut näkisivät ne.

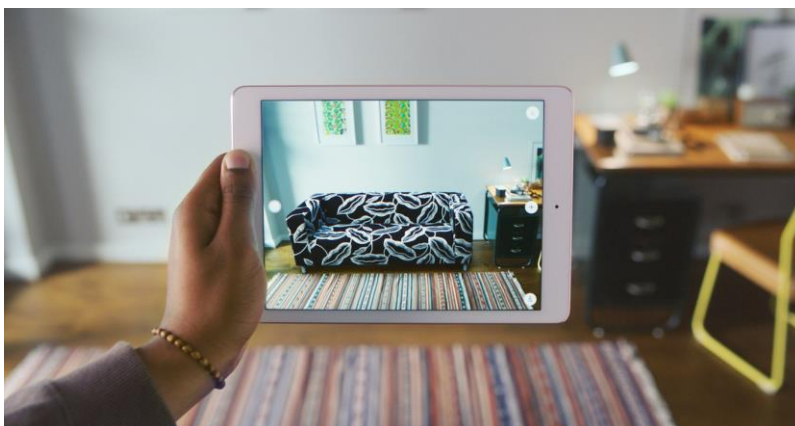
Toinen yhteistyön mahdollistava sovellustyyppi on AR-viihdesovellukset. Viihdettä löytyy todella moneen lähtöön esimerkiksi aiemmin mainitut sosiaalisen median palvelut Snapchat, Instagram ja Facebook käyttävät AR-viihdettä järjestelmissään. Näitä aiemmin mainittuja viihdesovelluksia ovat myös pelit ja leluteollisuus sovellukset. Näitä viihdesovelluksia löytyy todella laajalla skaalalla ja niitä voi käydä tutkailemassa tarkemmin omasta sovelluskaupasta, jos asia kiinnostaa.

[13; 14.]

4.3 Kaupalliset sovellukset

Kaupallisten sovellusten kategoriaan voidaan luokitella kaksi tärkeää aluetta: markkinointi, myynti ja ei niin tärkeä kategoria tv-lähetysten lisäsisällöt. Lisättyä todellisuutta on hyödynnetty jo useampi vuosi mainonnassa ja tv-lähetysten lisäsisällössä, josta löytyy esimerkki aiemmassa [kappaleessa 2.1 \(kuva 2\)](#). Näihin urheilulähetysiin löytyy toinenkin esimerkki, kun vuonna 1994 Fox voitti tarjouskilpailun NHL pelien lähettämisestä Yhdysvalloissa. Fox sai kuitenkin nopeasti palautetta siitä, että kiekkoa oli liian hankala seurata pelin aikana, minkä seurauksena luotiin FoxTrax. Se oli kiekko, jonka sisälle asennettiin mikrosiru, joka sisälsi liiketunnistimia ja infrapunalähettämiä, joka mahdollisti tarkemman ja helpomman liikkeen seurannan. Ensisijaisesti sitä käytettiin korostamaan kiekon sijaintia ja liikerataa laukauksissa televisiolähetysten aikana.

AR-markkinointikampanjat voivat olla esimerkiksi aiemmin mainittu pakkauksen sisällön näkeminen ennen kokoamista (kuva 18). Myös Ikea on tuonut markkinoille AR-sovelluksen ”IKEA Place app”, jolla pystyt testaamaan jotain tiettyjä huonekaluja, vaikka omaan olohuoneeseen. Sovelluksen idea on, että asiakas tietäisi suunnilleen, mitä on ostamassa, eikä tulisi yllätyksiä tuotteen tyylistä (kuva 23).



Kuva 23. IKEA Place app

Vaateliikkeet ovat myös alkaneet hyödyntämään AR-teknologiaa katalogeissaan. Hyvä esimerkki tähän on Moosejaw-ulkoiluvaateyritys, joka toi markkinoille Moosejaw x-ray-sovelluksen. Sovelluksessa osoitetaan kamera katalogin vaatemalliin ja sovellus muuttaakin ulkovaatemallin alusvaatemalliksi. Moosejaw ilmoitti myynnin kasvaneen 37 % sovelluksen suosion vuoksi.

AR-kampanjoissa saattaa esimerkiksi ilmestyä uusi automalli lehtimainokseen, muropaketeista saadaan joku peli auki, ketsuppipullostasta saadaan resepti, tai normaali mainos muuttuu videoksi osoittamalla sitä. Erilaisilla AR-markkinoinneilla yritetään saada tuotteelle lisäarvoa, joko parannetun tuotteen muodossa tai miellyttävämmän katselu kokemuksen muodossa. AR auttaa brändejä yhdistämään digitaalisen sisällön suoraan heidän tuotteeseen tai yhteen mainosmateriaalin kanssa. Tällöin koko markkinointi- ja myyntiketju pystyvät käyttämään lisättyä todellisuutta mainosmateriaalina, myymäläsuunnitteluun, myymäläkokemuksen parantamiseen, parantaa tuotekokemuksia, myyjien tukeen ja ostojen jälkeisiin kokemuksiin.

Markkinoinnin ja myynnin lisäksi markkinat voivat hyötyä kyvystä kerätä tietoa todellisista kohteista. Esimerkkirajoina tässä pidetään käyttölaitteista, autoista ja kuluttaja elektrooniikasta koulutukseen ja lasten ns. ponnahdus kirjoihin. Myös museot ja näyttelyt ovat ns. herättäneet historiallisia tapahtumia uudelleen henkiin lisättyllä todellisuudella tavoitteena vierailijoiden vuorovaikutteinen oppiminen.

[14; 17.]

4.4 Muita sovellusalueita

Muut sovellusalueet ovat oma kokonaisuutensa, sillä ne on vaikea luokitella näihin kolmeen ylempään kategoriaan. Joillakin näistä sovellusalueista on jonkinlainen yhteys ylempiin kategorioihin, mutta Azuman artikkelissa sovellusalueet on luokiteltu tähän tapaan.

4.4.1 Lääketiede

Lisätty todellisuus on muuttanut terveydenhuoltoa ja lääketiedettä merkittävästi viime vuosina. Oikeastaan lääketieteellistä koulutusta on parannettu apteekkien hyödyn tehostamiseksi. Asiantuntijat ovat sitä mieltä, että lisätty todellisuus on tulevaisuus. Lääketieteen alalla AR ei vain ainoastaan pelasta ihmishenkiä, vaan se voi myös auttaa terveydenhuollon organisaatiota tekemään nykyiset prosessit entistä tarkemmin ja tehokkaammin. Viime vuosina AR-tekniikkaa on käytetty esimerkiksi auttamaan lääkäreitä tekemään leikkauksia tehokkaammin, kehittämään kuntoutuksia ja monimutkaisten aiheiden opettamiseen lääketieteiden opiskelijoille.

EyeDecide on eräänlainen lääketieteellinen sovellus, joka mahdollistaa potilaiden valistamisen uudella tavalla. Se käyttää kamerasta saatua kuvaa simuloidakseen tiettyjä sairauksia perustuen henkilön näkymään. Tämänkaltaisten sovellusten avulla lääkärit voivat näyttää simulaation potilaan erityisestä tilasta potilaan näkymästä. Sovelluksella voi esimerkiksi havainnollistaa kaihin tai ikänäön vaikutusta potilaaseen.

Potilaiden hoidon hallintaa voidaan parantaa merkittävästi lisätyllä todellisuudella. Puettavia laitteita, kuten ”Google Glass” AR-lasit. Niitä voidaan käyttää potilaiden olennaisten tietojen merkitsemiseen sen sijaan, että tiedot syötettäisiin manuaalisesti järjestelmään. Tämä vähentää yleiskustannuksia ja vähentää virheiden mahdollisuutta huomattavasti. Myös potilaat, jotka pitävät laseja voivat saada muistutuksia lääkkeiden ottamisesta. Sovellus voi myös tarjota tietoa lääkkeiden yliannoksista, sen vaikutuksista ja suositella potilaalle ruokavaliota henkilön terveydentilasta riippuen.

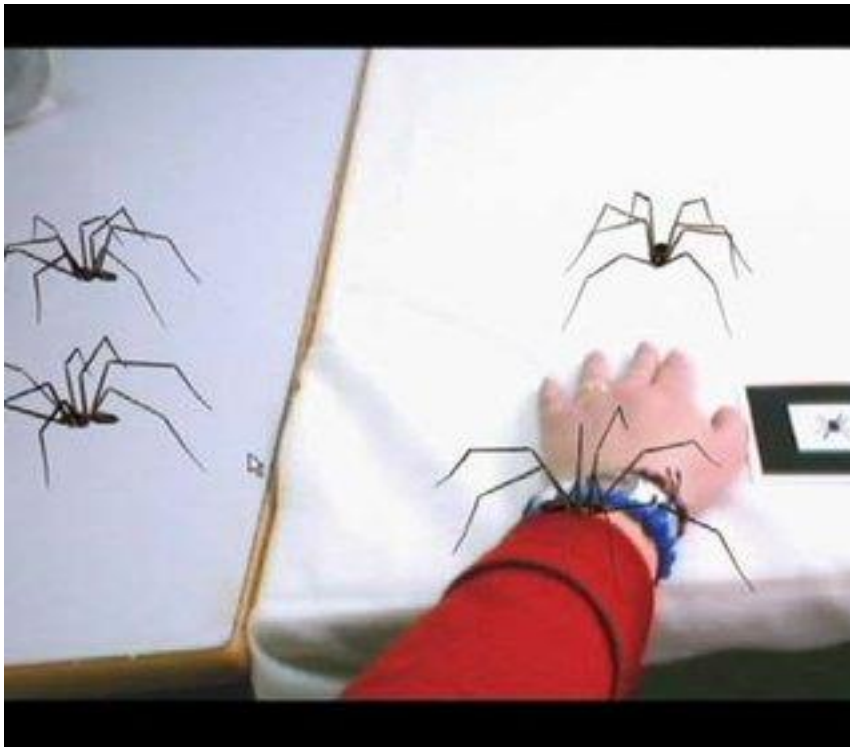
Lisättyä todellisuutta hyödynnetään myös paljon erilaisissa koulutuksissa, sillä anatomian ja kirurgisten toimenpiteiden opettaminen sanoin on melko haastavaa. AR-sovelluksia on kehitetty todella paljon, jotta opiskelijat voisivat paremmin ymmärtää ihmiskehon ja miten se toimii. Esimerkiksi kehon anatomian AR-sovellus auttaa siirtämään digitaalisia tietoja videoksi, ääneksi tai 3D-malleiksi ihmisten luurankoihin, jotta pystytään tarjoamaan parempi ymmärtäminen aiheesta. Vastaavasti myös multimediatietoja voidaan lisätä oppikirjoihin AR-tekniikalla.

Oli kyseessä sitten hammas tai maksan leikkaus, lääkäreille on aina haastavaa paikallistaa tiettyjen sairauksien perimmäinen syy. Kun kyseessä on leikkaus, tarkkuus on ensisijaisen tärkeää ja AR-tekniikka voi auttaa kirurgeja tehostamaan sitä. Toimenpide voi olla jokapäiväinen yksinkertainen leikkaus tai kasvaimen paikantaminen maksasta, AR-sovelluksista voi olla siis hyötyä kaikenlaisissa tehtävissä (kuva 24). AR-sovelluksia käytetään myös erilaisten fobioiden hoitoon esimerkiksi hämähäkkifobian. Hoidossa luodaan hämähäkkejä hoidettavan näkymään siedätyskuvaksi, mutta nämä siedätyskuvat suoritetaan useimmiten VR-laseilla paremman siedätyskuvan saavuttamiseksi (kuva 25).

[18.]



Kuva 24. Proximie AR-leikkausavustaja



Kuva 25. Siedätyshoitoa lisätyllä todellisuudella

4.4.2 Asentaminen ja kunnossapito

Asentaminen ja kunnossapito edustaa mielenkiintoista mahdollisuutta soveltaa AR-teknologiaa. Suurin osa tämän sovellusalueen toiminnasta harjoitetaan ammattitaitoisilla asentajilla, joka pystyy soveltamaan vakiintuneita menettelytapoja erilaisissa ympäristöissä. Näillä menettelytavoilla pyritään muodostamaan kokonaiskuva, jotta AR-järjestelmää ja teknologiaa pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti erilaisten tehtävien suorittamiseksi.

Kaikki apu on melko toivottavaa, jopa kokeneimmille mekaanikoille. Ensinnäkin kunnossapito- ja korjausmenettelyt altistavat suuret fyysiset rasitukset mekaanikoille. Suuremmissa kokonaisuuksissa mekaanikoille voi olla haastavaa paikantaa jokin pieni osa, joka heidän tulisi vaihtaa. Tehtävän suorittamiseksi, mekaanikon on mahdollisesti käytettävä paljon energiaa fyysisten rasitteiden vuoksi. Näiden tehtävien optimoiminen järjestelmään, että mekaanikon ei tarvitse sen kauemmin etsiä kohdetta, voi säästää huomattavasti mekaanikon aikaa ja energiaa. Tällaiset säästöt voivat olla merkittäviä suorittaessa useampaa tuntematonta työkohdetta.

Useat yritykset ovat alkaneet käyttämään AR-teknologiaa teollisuuden asennustehtävissä. Asentajat, jotka pitävät puettavia tai kädessä pidettävää näyttöä mukanaan, saavat reaaliaikaisia ohjeita suoraan näyttöön esimerkiksi pulttien irrottamisen oikeasta järjestyksestä, sähkömoottorin tietoja tai ohjeet sen irrotukseen/asennukseen (kuva 26). Reaaliaikaisia ohjeita on myös mahdollista saada toiselta henkilöltä etäyhteyden avulla. Asentajan näkymä välittyy tukihenkilölle, joka pystyy antamaan ohjeita reaaliajassa esimerkiksi lisäämällä merkintöjä asentajan näkymään tai vain yksinkertaisesti sanallisesti. Myös autokorjaamoilla on alettu hyödyntämään lisättyä todellisuutta, joka auttaa mekaniikkoja suorittamaan työnsä entistä tehokkaammin.

[19; 20.]



Kuva 26. AR-sovellus, joka näyttää sähkömoottoriin liittyvät tiedot

4.4.3 Sotilastoiminta

Sotilaat ovat käyttäneet päähän ja kypärään laitettavia näyttöjä jo vuosia (HMD). Taisteluhelikoptereiden tykkejä pystytään ohjaamaan pilottien kypäränäytön avulla, joten pilotti pystyy lukitsemaan tykin kohteen vain katsomalla sitä. Yksi esimerkki on myös ”F-35 Lightning II” taisteluhävittäjä, joka näyttää tiedot pilotin kypäränäytöllä, jolloin lentäjä pystyy tarkkailemaan ympäristöä ns. hävittäjän seinien läpi, eli näkymä on kuin leijuisi ilmassa. Erilaista dataa voidaan myös heijastaa läpinäkyviin kypäränäyttöihin, joita käytetään isompien joukkueiden harjoituksiin, joka mahdollistaa sotilaiden harjoitukset oikeissa maisemissa, joihin lisätään esimerkiksi vihollisten tankkeja ja joukkoja. Käyttämällä tällaista AR-tekniikkaa, armeija pystyy laittamaan sotilaita laajempiin kokonaisuuksiin kuin normaalisti.

Sotilaskäyttöön on tehty myös järjestelmä nimeltään ”Battlefield Augmented Reality System”. Se koostuu puettavasta tietokoneesta, langattomasta verkkojärjestelmästä ja läpinäkyvästä päähän puettavasta näytöstä (HMD). Järjestelmä kohdistaa taistelukentän kohtauksen ympäristöön ja sen lisäksi mahdollisista vihollisten väijytyksistä. Järjestelmä sisältää visiirin, joka näyttää tiedot sotilaan näkökentässä (kuva 27).



Kuva 27. Battlefield Augmented Reality System

4.4.4 Rakentaminen

Rakennusosalalla lisättyä todellisuutta hyödynnetään jo suunnitteluvaiheesta viimeistelyyn. Suunnitteluvaiheessa on jo mahdollista tarkastella, minkä näköinen lopputulos suunnitelmalla saadaan aikaiseksi. AR-lasien käyttäminen on yleistynyt huomattavasti, sillä lasien avulla dokumentointi pystytään tekemään suoraan lasella, eikä enää paperisia raportteja tarvita. Lisätyllä todellisuudella pyritään siis säästämään aikaa, rahaa ja tärkeimpänä työntekijöiden turvallisuuden parantaminen.

SRI International on kehittänyt esimerkiksi laselle sovelluksen, jonka avulla henkilöiden ei tarvitse enää lukea esimerkiksi paperisia pohjapiirustuksia kohdekierroksella. Pohjapiirustus on lisättyä laselle ikään kuin kartaksi. Näin ollen esimerkiksi tarkastajan ei tarvitse, kuin laittaa AR-lasit päähän ja hän näkee jatkuvasti, missä hän menee. Täten tarkastajalle on helppo katsoa, onko rakennukseen tehty asiat kunnossa. Rakennuksen runkoa tehdessä on tietenkin huomioitava, että lämmitysputkia ja muuta vastaavaa tulee pieniin väleihin, niin tällä sovelluksella voi myös tarkastella vastaako näkymä suunniteltuun kokonaisuuteen (kuva 28). Se myös huomauttaa, jos jossakin on mahdollisesti joi-takin epäkohtia, esimerkiksi oviaukko on tehty liian kapeaksi, niin sovellus ilmoittaa huuto-merkillä lisätoimenpiteistä (kuva 29). Jos tällaisia epäkohtia ilmenee, pystyt myös otta-maan kuvan siitä ja välittämään sen automaattisesti eteenpäin henkilölle, joka sellaisista asioista vastaa.



Kuva 28. Sovellus vertaamassa rakennettua suunniteltuun kokonaisuuteen



Kuva 29. Lasit ilmoittavat oven olevan liian pieni ja antavat sen mitat

4.4.5 Pelit ja peliteollisuus

Lisätty todellisuus antaa videopelaajille mahdollisuuden kokea digitaalisen pelaamisen reaali maailmassa. Pelejä on luotu lähivuosina todella paljon ja käsitellään muutamia suosittuja pelejä tässä kappaleessa. 2003 Lokakuussa Sony toi markkinoille Playstation 2 liitettävän EyeToy lisäosan ja samalla EyeToy: Play pelin. Tämä oli yksi ensimmäisistä lisätyn todellisuuden peleistä, joka normaalin kuluttajan oli mahdollista hankkia. EyeToy konsepti on jatkanut Sonyn markkinoilla edelleen, kun Playstation 3 pelikonsoliin päivitettiin lisäosa Playstation Eye ja Playstation 4 pelikonsoliin lisävaruste Playstation camera. Vaikka nimet ovatkin muuttuneet, niin idea on pysynyt samana (kuva 30).



Kuva 30. EyeToy play 2-peli

Lisätyn todellisuuden pelaaminen matkapuhelimilla nousi ihmisten tietoisuuteen vuonna 2016, kun Niantic Labs julkaisi pelin Pokémon Go. Peli on ilmaiseksi ladattavissa Android- ja iOS käyttöjärjestelmille ja se lähti räjähtävään kasvuun heti julkaisun jälkeen. Pelissä pelaajan on pyydystettävä, koulutettava ja taisteltava Pokémon-hahmoja vastaan. Hahmoja on etsittävä oikeasta ympäristöstä oman matkapuhelimen avulla ja löydetyt Pokémonit on tarkoitus pyydystää matkapuhelimen kameran avulla (kuva 31). Vaikka Niantic Labs julkaisi Pokémon Go-pelin, niin Nintendo omistaa osuuden Niantic-yhtiöstä- sekä 33 % Pokémon-hahmoja lisensoivasta The Pokémon Companysta. Räjähdysmäinen kasvu voidaan selittää luvuilla siten, että Nintendon osakekurssi kasvoi kahden pörssipäivän aikana 36 %, joka tarkoittaa euroina 6,4 miljardia euroa. Vuoden 2018 maaliskuussa arvioitiin, että peliä on ladattu yhteensä noin 800 miljoonaa kertaa.



Kuva 31. Suosittu Pokémon Go-peli

Erilaisia pelejä on lukematon määrä, joten niitä on tarpeetonta käsitellä syvemmin. Thinkmobiles.com on teettänyt 25 parhaan AR-pelin listan vuonna 2018 ja seuraavassa on listattu näistä 10 parasta.

- Pokémon Go
- Ingress
- Parallel mafia
- Temple Treasure Hunt
- Geo AR
- Project Tango
- Wallame
- Realstrike
- Zombie GO
- Ghostbusters: Paranormal Blast

[23; 24; 25; 26.]

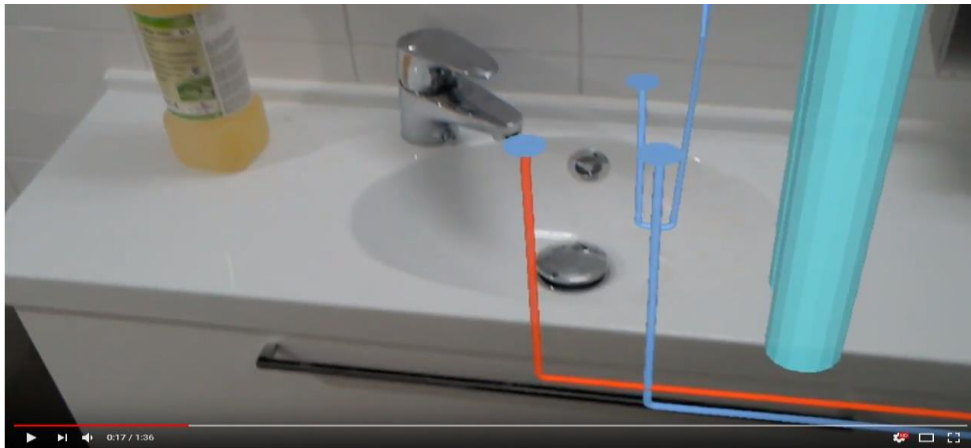
5 Lisätty todellisuus kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa

Luku 5 on tämän opinnäytetyön tärkein osio. Siinä käsitellään lisätyn todellisuuden käyttämistä kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa sekä sitä, miten AR-teknologiaa voitaisiin hyödyntää huoltomiesten perinteisen työpäivän helpottamiseksi. Vuoden 2000 alusta maankäyttö- ja rakennuslain mukaan on tullut pakolliseksi laatia huoltokirja kaikille uudisrakennuksille, joita käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn, joten tällais-takin dokumentointia olisi mahdollista helpottaa tulevaisuudessa. [27.]

5.1 Lisätyn todellisuuden nykytilanne huolto- ja ylläpitotoiminnassa

Lisätyn todellisuuden toimivuus ja hinta ovat lähivuosina menneet sellaiselle tasolle, että teknologian hyödyntämisen suunnittelu on kasvanut räjähdysmäisesti. AR-sovellusten suunnittelutoimistot ovat yleistyneet, joten et tarvitse kuin idean ja tilaamalla saat halua-masi sovelluksen. Hyödyntäminen on vielä kasvuvaiheessa, jonka takia tietoa aiheesta löytyy melko vähän. Vaikka tietoa löytyykin vähän, useimmat yritykset, jotka tutkivat li-sättyä todellisuutta sanovat, että AR-teknologia tulee lähivuosina muuttamaan työsken-telytapoja radikaalisti.

Kuten aiemmassa [kappaleessa 4.4.2](#) mainittiin, asentajat voivat saada etäohjausta teh-täviensä hoitamiseen esimerkiksi AR-lasin kautta, joka auttaa työntekijää suoriutumaan haastavammistakin tehtävistä, jota hyödynnetään myös kiinteistöjen huolto- ja ylläpito-toiminnassa. Myös jos menemme hieman sivuun aiheesta, huoltotoissa käytetään VR-laseja työkaluna, jotta huoltoympäristöä pystytään tarkastelemaan jo ennen sinne me-nemistä. NCC AB on alkanut hyödyntämään Microsoft Hololens AR-laseja rakennusten huolto- ja ylläpidossa. NCC hyödyntää laseja huoltomiehen työn helpottamiseksi, esi-merkiksi asunnossa on vuotava hana, joka on korjattava. Huoltomies menee paikan päälle, laittaa Hololens-lasit päähän ja näkee ns. seinien läpi, missä putket kulkevat, jo-ten huoltomiehen ei tarvitse kuluttaa aikaa sulkuventtiilien etsimiseen, vaan laseissa nä-kyy venttiilien sijainti (kuva 32).

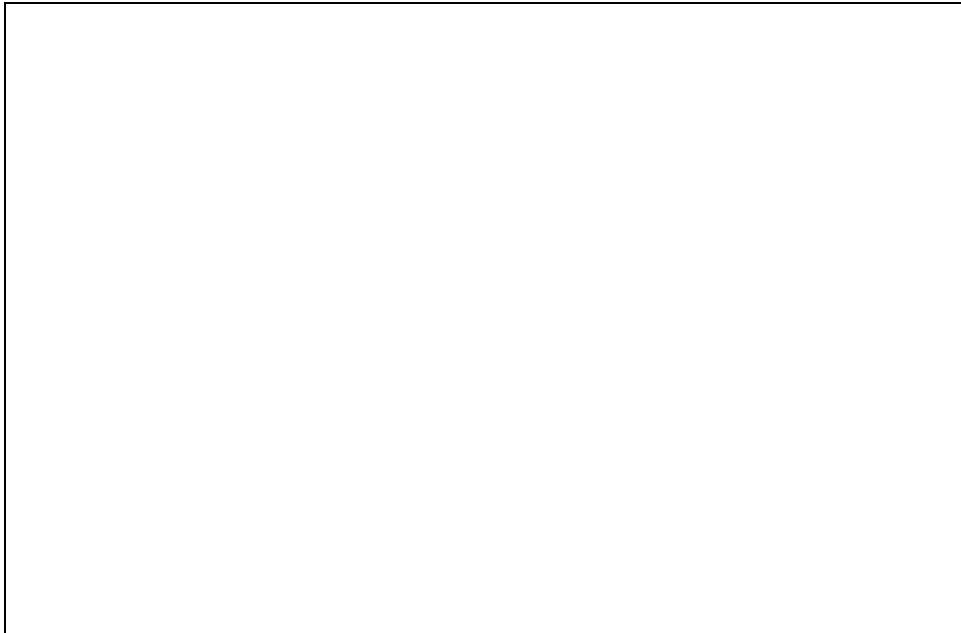


Kuva 32. Kuvankaappaus NCC AB julkaisemasta Youtube videosta

Tällä hetkellä yleisin AR-työkalu kiinteistöjen huolto- ja ylläpidossa on kuitenkin matriisi viivakoodit.

(Tästä on jätetty pois tekstiä, joka on tarkoitettu vain työn tilaajan käyttöön)

[20.]



Kuva 33. (Vain työn tilaajan käyttöön)

5.2 Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet tulevaisuudessa

Kuten jo aiemmin mainittu, lisätyssä todellisuudessa on erittäin paljon potentiaalia tulevaisuuden työskentelyn kannalta. Tässä kappaleessa käsitelläänkin kiinteistöjen normaaleja tarkastus- ja huoltokohteita, mitä on huolto- ja ylläpito henkilöstön tavanomaiset päivän työtehtävät, mahdollisuuksia mitä lisätyssä todellisuudessa on ja tehdään kustannusarvio potentiaalisimmista käyttökohteista.

5.2.1 Tavanomaiset huolto- ja ylläpito henkilöstön tehtävät

Ylläpito- ja huolto henkilöstön työtehtäviä on huomattavasti enemmän, kun ajattelisi. Ensimmäisenä tulee mieleen, että he käyvät talvella hiekoittamassa pihat ja kesällä kääntämässä kesäsulkuventtiilin kiinni, mutta ei se ihan näin ole. Huolto-ohjelmassa ylläpito- ja huolto henkilöstön työtehtävät luokitellaan 7 eri kategoriaan tilakeskuksen teettämässä mallihuoltopakettissa ja nämä kategoriat ovat: käyttö- ja tukitehtävät, riskien hallinta, LVIS-järjestelmien hoito, rakenneosien hoito, erityisjärjestelmien hoito, ulkoalueiden ylläpito ja jätehuolto.

Useimmiten taloyhtiö on palkannut itselleen jonkinlaisen isännöintipalvelun, jonka työntekijät ovat näitä huolto- ja ylläpito henkilöstöä. Tämän palkatun isännöintipalvelun vastuulle jää kiinteistön kaikki kohteet, joista huoltosopimuksessa on sovittu.

Liikkeelle on hyvä lähteä kiinteistön etävalvonnasta. Kiinteistöllä on oltava vuorokauden ympäri kiinteistöpäivystys, joten jonkun työntekijän on jatkuvasti oltava valvomassa hälytyksiä ja vastaanottamassa niitä. Etävalvonnassa tehdään myös paljon raportointia, esimerkiksi energiankulutus seuranta, huoltokirjan ylläpitoa ja korjaustarpeiden raportointia. Kiinteistöpäivystyksessä on tietenkin myös puhelinpäivystäjä, joka on ajankohdasta riippumatta aina tavoitettavissa akuutin tarpeen vaatiessa. Esimerkiksi joku on unohtanut avaimensa kotiin, niin jonkun on myös mentävä avaamaan se. Tätä kutsutaan vahtimestaripalveluksi, johon voi kuulua mm. aiemmin mainittu hälytysten seuranta, yleinen turvallisuus, postin jakelu, kalusteiden siirrot ja huollot, liputukset ja ulkoalueiden siisteys.

Huolto- ja ylläpito henkilöstön mahdollisten tehtävien lista on todella laaja. Heidän hoidettavanaan on tietenkin yleinen siisteys. Ylempänä mainittu ulkoalueiden siisteys, roskakorien pussien tyhjennys, rappukäytävien siisteys ja lähes kaikki muu paitsi asuntojen siisteys kuuluu heidän vastuulleen.

Uuden asukkaan muuttaessa, jonkun on laitettava uusi sukunimi oveen, niin tämä on heidän tehtävänsä. Opaste- ja ilmoitustaulujen jatkuva hoito ja tiedotteiden jakelu kuuluu heille, joten heidän tehtävänä on päivittää tauluille ilmoituksia tarvittaessa.

Turvallisuuden ylläpitoon kuuluu mm. hissiturvallisuudesta huolehtiminen, kaasusammutuslaitteiden tarkastus- ja huolto, palotarkastukset, sammutinhuollon seuranta, savunpoistoluukkujen tarkastus, sisä- ja ulkopalopostien kunnon tarkastus, sähköturvallisuus, varapoistumisteiden toimintavalmius, yleisestä paloturvallisuudesta huolehtiminen ja talvella pihojen hiekoittaminen.

Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja sähkö (LVIS) on laajin vastuualue huolto- ja ylläpito henkilöstölle. Useita näistä huolloista tehdään kuitenkin vain kerran tai kahdesti vuodessa. LVISAK- tekniset korjaus- ja kunnossapitotyöt tehdään aina tarvittaessa vuoden ympäri (lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö, automaatio, kylmäkoneet).

LVIS-laitteiden säätö, hälytykset ja ohjauksien tarkistukset tehdään vain kerran tai kahdesti vuodessa. Myös osa ilmastointijärjestelmien huolloista tehdään yhtä harvoin kuten esimerkiksi IV-kanavien puhtauden tarkastaminen, IV-koneen sisäpuolinen sekä lämmöntalteenotto ja lämmitys, IV-koneiden hihnojen ja hihnapyörien kunnon tarkastus, jäätymissuojien toiminnan tarkastus ja testaus, lämmöntalteenottolaitteiden toiminnan tarkastus, ovipuhaltimien tarkastus ja puhdistus, palopeltien toiminnan tarkastus, sekoitus- ja sulkupeltien toiminnan tarkastus sekä suodattimien vaihto.

Ilmastointijärjestelmien huoltotehtävät, jotka tehdään jatkuvasti tai kerran viikossa on 4 kappaletta. Ilmastointijärjestelmien käyttöaikojen sekä säätö- ja hälytyslaitteiden toiminnan tarkkailua suoritetaan jatkuvasti ympäri vuoden. Ilmanvaihtokoneiden, poistopuhaltimien ja huippuimureiden toiminnan tarkastukset tehdään kerran viikossa.

Lämmitysjärjestelmien aloitus ja lopetus tehdään kahdesti vuodessa, eli kesäksi lämmitys lopetetaan ja talveksi aloitetaan. Lämmitysjärjestelmien hälytys, säätö- ja ohjaus-huolto, lämmönsiirtimien tiiviystarkistus- ja painekoe, pumppujen toiminnan tarkistus sekä sisätilojen lämpötilojen tarkkailu (tarvittaessa) tehdään kerran vuodessa.

Lämmitysjärjestelmien tehtävät, joita tehdään jatkuvasti: lämmitysjärjestelmän hälytys, säätö- ja ohjaus, lämmönjakolaitteiden toiminnan valvonta sekä termostattisten patteri-venttiilien valvonta. Kerran viikossa suoritettavia: kaukolämpöveden lämpötilojen- ja paineiden taseus, paisuntajärjestelmien valvonta- ja tarkastukset, patteriverkoston ilmaus, pumppujen-, moottorien- ja verkostojen vuotojen tarkastus, toimintalämpötilojen säätö sekä venttiilien karatiiveyden tarkkailu.

Sähkölaitteiden huollot luokitellaan vuosittain tehtäviin, kahdesti vuodessa tehtäviin, kerran kuukaudessa tehtäviin, kerran viikossa tehtäviin ja tarvittaessa tehtäviin huoltoihin. Autonlämmityspistorasiat huolletaan kahdesti vuodessa, kun taas kaapelihyllyjen- ja ripustuskiskojen kunnon tarkastukset, kiinteistöön kuuluvat akut- ja paristot ja pää- ja jakokeskusten puhdistukset tehdään kerran vuodessa.

Kerran kuukaudessa tehtäviin huoltoihin kuuluvat: akkujen- ja paristojen tarkastus, hälytys-, ohjaus- ja valvontajärjestelmien toiminnan testaus, paloilmoinjärjestelmän testaus ja sähkötilojen tarkastus.

Kerran viikossa tehdään pääosin erilaisia toiminnan tarkkailuja, kuten aikakellojärjestelmien- ja porrasvaloautomaation, heikkovirtajärjestelmien, sulatusjärjestelmien ja turvalaistuksen toiminnan tarkkailu.

Tarvittaessa tehtäviä sähkölaitteiden työtehtäviä on jakokeskusten sulakkeiden vaihto, lamppujen vaihto- ja hankintatyöt sekä sähkölämmittimien toiminnan tarkkailu.

Vesi- ja viemärijärjestelmien huollot tehdään joko kerran tai kahdesti vuodessa, jatkuvasti tai kerran viikossa. Kerran tai kahdesti vuodessa tehtäviä huoltoja on: kuivauskaappien pattereiden puhdistus, ovien sisäpuoliset hiekaneroituskalvot, padotusventtiilit, palo- ja vesipostien toimivuuden testaus, rasvanerotuskalvot, sadevesi, perusvesi- ja hiekaneroituskalvot sekä salaojat kaivoineen.

Kerran viikossa suoritettavia tehtäviä ovat: käyttöveden pumppujen toiminnan tarkkailu, talous- ja jätevesilaitteet- sekä kalusteet ja teknisten tilojen lattiakaivojen tarkastus.

Jatkuvasti tehdään hajulukkojen, lattiakaivojen ja viemäreiden puhdistuksia tarvittaessa, lämpimän käyttöveden lämpötilan valvontaa, palo- ja vesipostien kunnon valvontaa, säätö- ja hälytyslaitteiden valvontaa -ja hoitoa sekä viemäreiden ja vesijohtojen höyrytyksiä sekä sulatuksia.

Rakennusosien hoitoa tehdään jatkuvasti, kahdesti vuodessa, kerran vuodessa sekä kiukaiden ja saunatilojen tarkastukset kolmesti vuodessa. Jatkuvasti suoritettavia tehtäviä ovat: alapohjan kuivuuden seuraaminen, korjaustarpeesta raportointi tilaajalle, pääovien ja porttien toiminnan varmistus sekä rakennustekniset korjaustyöt tarvittaessa.

Kahdesti vuodessa tehdään ovien ja lukkojen huollot sekä rännien, syöksytorvien ja vesikattojen puhtauden tarkastukset. Vesikattokierros, väestösuojatilojen määrääkäsitar kastusten seuranta, väestösuojatilojen puhaltimien koekäyttöä ja vuositarkastukset tehdään kerran vuodessa.

Kategoria erityisjärjestelmien hoitoa suoritetaan vain pitkillä aikaväleillä lukuun ottamatta keskuspölynimurin hoitoa, joka tehdään joka toinen kuukausi. Nimi erityisjärjestelmät kertovatkin jo sen, että näitä tehtäviä ei jokaisessa kohteessa ole. Näitä erityisjärjestelmien hoitoja ovat: purunpoistolaitteiston hoito, pölyn- tai kohdepoistolaitteiden tarkistus, kylmälaitteiden vuositarkastus, murtohälytyskeskuksen ja -ilmaisimien hoito, paloilmotin/ varoitinkeskuksen toiminnan tarkastus sekä mahdollisten taideteosten hoito ja huolto.

Ulkoalueiden ylläpidosta puhuttiinkin jo hieman aiemmin, mutta ne luokitellaan jatkuvasti, kerran vuodessa, kesällä, talvella, päivittäin, tarvittaessa ja viikoittain tehtäviin. Jatkuvasti tehtäviin kuuluu leikkivälineiden tarkastus, ulkoaluehuollon laadunvalvonta, ulkoalueiden pienet korjaustyöt tarvittaessa ja ulkoalueiden vahinkoselvitykset.

Kerran vuodessa suoritetaan hiekkalaatikon hiekan vaihto, kevätsiivous, rikkaruohojen poisto ja syyssiivous.

Kesällä tehtävälistaan kuuluu tarvittava kasvien kastelu, nurmialueiden viimeistely, nurmialueiden ylläpitolannoitus, nurmikoiden leikkaus, nurmikon paikkaus tarvittaessa, yllä mainittu rikkaruohojen poisto sekä ulkokalusteiden ja -varusteiden hoito.

Talvella tehtävinä on hiekkatekonurmien hoito, liukkaiden torjunta ovien edestä sekä pääkulkuväylillä, lumen poiskuljetus, lumen poisto tontin puista, lumilippojen poisto tarvittaessa sekä sulavesien poisto ja sadevesikaivojen aukaisu.

Päivittäin suoritettaviin ulkopuhtaanapidon tehtäviin kuuluu kiintopäälystealueiden roskien ja hiekan pois vienti, aiemmin mainittu roskakorien tyhjennys, tuhkakuppien tyhjennys, ulko-ovien edustat ja pääkulkuväylien siistiminen sekä lehtien haravointi.

Tarvittaessa tehdään graffitien ja muiden töherrysten poisto, kiintopäälystealueiden pesu, liikennemerkkien- ja opasteiden puhtaanapito, ovien edessä olevien ritilöiden- ja syvennysten puhdistus sekä ylläpitopuhtaus, jota on kevennetty loma-aikoina. Viikoittain ei ole muita tehtäviä kuin nurmikkoalueiden puhtaanapito.

Jätehuolto-kategoriaan ei sisälly muuta kuin kerran vuodessa suoritettava jäteastioiden pesu, huolto ja korjaus, kahdesti vuodessa suoritettava ongelmajätteen kuljetus sekä jatkuva jätehuollon toimivuuden seuraaminen.

Tehtävien listaamisessa on käytetty tilakeskuksen julkaisemaa mallihuoltopakettia. Listalta saattaa siis puuttua jokin työtehtävä, jota ei kyseisessä mallissa ole, mutta tässä oli melko laaja katsaus ylläpito- ja huoltohenkilöstön tavanomaisista tehtävistä. Kuvassa 35 mallina käytetty huoltopaketti. (kuva 34).

[28; 29.]

https://res.haahela.fi/Main/Huolto_Ohjelmoihti.asp												
A Riskien hallinta												
Hissiturvallisuudesta huolehtiminen												
Kaasusammutuslaitteiden tarkastus ja huolto												
Palotarkastus												
Sammutinhuollon seuranta												
Savunpoistoluukkujen tarkastus												
Sisä- ja ulkopalopostien kunnon tarkastus												
Sähköturvallisuus - tarkastus												
Varapoistumisteiden toimintavalmius												
Yleisestä paloturvallisuudesta huolehtiminen												
A Varavaimakoneen testaus												
Varavaimakoneen testaus												
3. LVIS-JÄRJESTELMIEN HOITO												
A Hoito, valvonta, tarkastus ja huoltotehtävät												
LVISAK- tekninen korjaustyö/kunnossapito tar												
A Hälytys-, säätö- ja ohjausjärjestelmien te												
Ilmanvaihtolaitteiden säätö- ja hälytyslaitteiden												
Lämmitysjärjestelmän hälytys-, säätö- ja ohj												
Vesi- ja viemärijärjestelmien säätö- ja häly												
A Ilmastointijärjestelmät, huolto												
IV-kanavien puhtauden tarkistaminen												
IV-koneen sisäpuolinen sekä LTO- ja lämmitys												
IV-koneiden hihnojen ja hihnapyörien kunnon												
Jäätymissuojien toiminnan tarkastus ja testa												
Lämmöntalteenottolaitteiden toiminnan tarkas												
Ovipuhaltimet,tarkastus ja puhdistus												
Palopeltien toiminnan tarkastus												
Sekoitus- ja sulkupeltien toiminnan tarkastu												
Suodattimien vaihto												
https://res.haahela.fi/Main/Huolto_Ohjelmoihti.asp (2 / 7)22.2.2008 14:10:38												
https://res.haahela.fi/Main/Huolto_Ohjelmoihti.asp												
A Ilmastointijärjestelmät, jatkuvasti suorit												
Ilmastointijärjestelmien käyttöaikojen tarkk												
Säätö- ja hälytyslaitteiden toiminnan tarkka												
A Ilmastointijärjestelmät, kerran viikossa s												
Ilmanvaihtokoneiden toiminnan tarkastus												
Poistopuhaltimien ja huippuimureiden toiminn												

Kuva 34. Tilakeskuksen mallihuoltopaketti

5.2.2 Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet

Kuten jo monet kerrat aiemmin mainittu, lisätty todellisuus on mahdollisuuksia täynnä. Tarkoituksenahan olisi miettiä, miten näitä yllä mainittuja huolto- ja ylläpitohenkilöstön työtehtäviä olisi mahdollista helpottaa ja tehostaa.

Ensimmäisenä voisi lähteä liikkeelle näinkin yksinkertaisesta asiasta, kuin palosammutinhuoltojen seuranta. Käsiammuttimia saattaa kuitenkin olla jopa yli 5 kpl kerrosta-
lossa. Yrityksissä ja laitoksissa käsiammuttimien sijoittaminen on luokiteltu, että käsi-
sammutin/ 300 m², mutta kuitenkin siten, että sammuttimelle on kulkuteitä pitkin matkaa
enintään 30 m. Huolto- ja ylläpitohenkilöstön tehtävä on kiertää nämä kaikki sammutti-
met ja tarkastaa, että ne on huollettu. Tätä voitaisiin helpottaa yksinkertaisella matrii-
sikoodilla, jota osoittamalla saataisiin näkymään kaikki talouden palosammuttimien huol-
tojen tiedot ja sijainnit. Tässä olisi mahdollista käyttää apuna matkapuhelinta, tablettia
tai AR-laseja. Tämä säästäisi huoltomiesten aikaa, ettei kierrosta jokaiselle sammutti-
melle tarvitsisi tehdä erikseen. Kuvassa 35 on esimerkkisovelluksen kuvankaappaus.
(kuva 35).



Kuva 35. Kuvankaappaus mahdollisesta sammutinsovelluksesta

Samaan tyyliin kuin sammutinsovelluksessa, merkkipohjaista tunnistamista voitaisiin hyödyntää tiedotteiden jakamisessa. Jos osoittaa matkapuhelimen tai tabletin kameraan, jolla saadaan tiedote näkyviin. Aiemman luukusta kolahtavan paperisen tiedotteen sijasta tulisi postiluukusta kuvassa 36 näkyvän tyylinen merkki, jota osoittamalla saadaan viesti/tiedote auki. Samaa voitaisiin käyttää ilmoitustauluilla. Sovelluksen asentamista voitaisiin helpottaa QR-koodilla, jonka lukemalla saa sovelluksen asennettua. Tällaisenkin käyttöönotto vie paljon aikaa, että oltaisiin tilanteessa, jossa normaalit tiedotteet voitaisiin poistaa kokonaan. Tällaisen sovelluksen testaaminen olisi hyvä aloittaa esimerkiksi kiinteistöistä, jonka asunnot on vuokrattu opiskelijoille. Opiskelijat ovat pääsääntöisesti nuoria, ja seuraavien sukupolvien aikana AR-teknologia kuuluu osaksi normaalia päivää sekä kaikki tietävät siitä.

Lähivuosina on alettu panostamaan digitaalisiin huoltokirjoihin, ja kuten aiemmin mainittiin, huoltokirjat tulivat pakollisiksi 2000-luvun alussa. Tähän olisi mahdollista lisätä myös AR-teknologiaa mukaan. Mitä jos huoltokirja- ja huolto-ohjelma olisikin samassa sovelluksessa ja huolto- tai ylläpitohenkilö pystyisikin lisätyn todellisuuden avulla kuittaamaan töitä tehdyksi ja saamaan ohjeita vaikeampiin tehtäviin reaaliajassa. Tämä mahdollistaisi myös raportoinnin, jos olisi poikkeamia. Sovelluksella pystyisi ottamaan kuvan poikkeamasta ja lähettämään sen suoraan eteenpäin huoltoraporttiin. Myös edellisen sammutinhuollon seuranta olisi mahdollista liittää samaan pakettiin. Tähän ei tarvittaisi kuin sovellus, joka toimisi matkapuhelimella, tabletilla tai AR-laseilla. Sovellusta olisi mahdollista käyttää myös työntekijän päivän aikataulutukseen. Vaaditut päivän työtehtävät olisivat kohteittain ja työntekijä käy listan kohteet läpi järjestyksessä tehtävästä riippumatta. Näihin työtehtävien kohteisiin olisi myös mahdollista lisätä tällaiset matriisimerkit, jolloin sovellus tunnistaa, millä kohteella henkilö on ja pystyy kuittaamaan työn tehdyksi. Tämä myös estäisi, ettei töitä vain kuitattaisi, vaan sinne olisi fyysisesti mentävä. Huolto-ohjelmaan on kuitenkin tehty jo kevyt aikataulusuunnitelma, mutta ne on luokiteltu vain kuukausittain.

Olin yhden työpäivän Leanheatin kohdekierroksia tekevän työntekijän matkassa ja muuttaman kerran kohdattiin sama ongelma, lämmönjakohuoneen löytäminen. Kohteet on yleensä merkattu vain osoitteella, joten lämmönjakohuoneen löytäminen isoista asutuskokonaisuuksista kävi haastavaksi ja parhaimmillaan hukkasimme n.15 minuuttia huoneen etsimiseen. Miten käy, kun isännöintipalvelun kesätyöntekijän pitäisi päästä kohteelle, sama etsintä, tai tietävätkö kaikki huoltomiehet sähköpääkeskuksien ja lämmönjakohuoneiden sijainnit. Tämän osion voisi lisätä yllä mainittuun kokonaisuuteen tai

tehdä kokonaan uuden pienen työkalun. Tämä ei vaatisi kuin lämmönjakohuoneen tai sähköpääkeskuksen koordinaatit tai jonkinlaisen merkin apuvälineeksi, jolloin sovellus olisi helppo tehdä ja kohteen löytäminen helpottuisi. Valitsee kohteen missä on ja sovellus näyttää etäisyyden lämmönjakohuoneesta ja missä suunnassa se on, eikä tähänkään tarvitsisi apuvälineeksi kuin matkapuhelimen, tabletin tai AR-lasit.

5.2.3 Kustannusarvio potentiaalisimmista käyttökohteista

Kun tarkastellaan aiemman kappaleen ideoita, sammutinhuollon seuranta ei varsinaisesti tuo suuria säästöjä. Erikseen jokaiselle sammuttimelle kävely saattaisi kestää n.10 minuuttia, joka ei rahallista säästöä juurikaan tuo, mutta kyllähän kaikki tehostaminen on kuitenkin plussaa.

Suurin potentiaali on kuitenkin tässä huoltokirja- ja huolto-ohjelmansovelluksessa. Pelkällä työpäivän aikataulutuksella voitaisiin saada huomattavia säästöjä. Varsinkin jos kohteet on luokiteltu valmiiksi etäisyyden perusteella, ei huoltomiehen tarvitse itse päiväänsä suunnitella, vaan suorittaa ainoastaan listan työtehtävät. Parhaimmillaan tällainen sovellus voisi säästää jopa 30 minuuttia vuorokaudessa, jos miettii esimerkiksi uudempaa työntekijää, jolle kaikki on uutta. Oikotie.fi-sivuston mukaan kiinteistöhuoltomiehen keskipalkka on 2 235 €/kk, joka tekee n. 13 €/h, jonka myötä pelkän aikataulutuksen avulla yhden työntekijän töitä pystyttäisiin tehostamaan n. 6,5 €:n arvosta vuorokaudessa, 136,5 € kuukaudessa ja 1 638 € vuodessa.

Jos kaikki muut työtehtävät pystytään myös tehostamaan lisätyn todellisuuden avulla, on mahdollista lisätä tehtäviä säästetyn ajan myötä. Lähdetään miettimään, että huoltohenkilö suorittaisi n. 8 työtehtävää vuorokaudessa. Kun näitä 8 työtehtävää pystyttäisiin tehostamaan edes 2 minuuttia/ työtehtävä, aikaa olisi säästetty 16 minuuttia vuorokaudessa. 16 minuuttia vuorokaudessa kuulostaa melko pieneltä, mutta se tekee jo 5,6 h/kk ja 67,2 h/v. Tämä tarkoittaisi 873,6 €:n säästöä vuodessa yhdestä työntekijästä. Jos yrityksellä on esimerkiksi 100 työntekijää ja kaikkien työtä saadaan tehostettua tämän verran, se tekee 87 360 € säästöä vuodessa. Tähän jos laitetaan päälle vielä aikataulutuksen tuoma säästö 1 638 € vuodessa/ hlö ja otetaan se 100 työntekijälle, säästö onkin yhteensä jo 251 160 € vuodessa. Lukemathan ovat pelkkiä oletuksia, mutta kuinka pienillä asioilla on mahdollista tehostaa työtä kahdella minuutilla? Pelkkä työn raportointi voi viedä 2 minuuttia kynää etsiessä. On siis mahdollista, että lisätty todellisuus tuo huomattavia säästöjä yrityksille lähitulevaisuudessa.

6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli erilaisten käyttötapausten selvittäminen, joissa lisätyn todellisuuden (AR) ominaisuuksista voisi olla hyötyä kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. Toisena tavoitteena oli tunnistaa sellaiset sovellukset, joissa AR-ominaisuuksia voisi hyödyntää päivittäisessä kenttätyössä kustannustehokkaasti ja huoltomiesten normaaliin rutiiniin helposti sovellettavaksi. Työssä syvennettiin perusteellisesti AR-teknologiaan ja sen mahdollisuuksiin erilaisten lähteiden kautta. Opinnäytetyö valmistui nopeammin kuin alkuperäisessä suunnitelmassa oli ajateltu, mutta tästä huolimatta työ onnistui hyvin.

Yhteenvetona tutkielmasta tullaan siihen lopputulokseen, että lisätyn todellisuuden mahdollisuudet ovat melko laajat ja vain mielikuvitus on rajana. Siirtyminen lisätyn todellisuuden käyttöön on melko haastava, joten on vain oltava kärsivällinen. Siirtymävaihe on pitkä prosessi ja se on hyvä tehdä askel kerrallaan, jotta siihen sopeuduttaisiin. Sen saaminen huolto- ja ylläpitohenkilöstön jokapäiväiseen arkeen vaatii myös avointa mieltä yrityksiltä ja rohkeutta kokeilla uutta. Lisätty todellisuus on mullistanut ja tulee vielä mullistamaan maailmaa entisestään. AR-teknologiaa hyödynnetään jo niin monella alalla, että on vain ajan kysymys, kun läpilyönti tapahtuu laajemmalla skaalalla.

Leanheat antoi hyvän pohjan lisätyn todellisuuden tutkimiseen heidän oman AR-sovelluksensa avulla. Tämän sovelluksen avulla oli mahdollista miettiä sovelluksen toimintaa laajemmalla skaalalla, miten teknologiaa olisi mahdollista hyödyntää. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisia käyttökohteita, joissa AR-teknologian ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. Mielestäni tavoitteissa onnistuttiin ja keksittiin lisätylle todellisuudelle kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminnassa hyviä käyttökohteita, joista voisi olla apua päivittäisessä kenttätyössä. Toivottavasti AR-sovellusten käyttäminen yleistyy lähivuosina ja kiinteistöjen huolto- ja ylläpitotoiminta mullistuu. Kuten sanottu, siirtymävaihe uuteen ei ole helppo, joten otetaan askel kerrallaan.

Lähteet

1. Kipper Greg & Rampolla Joseph. 2012. Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR. Waltham: Elsevier. 31.12.2012.
2. Strange Adario. 2015. Too many ads in your wold? Block them with this head-set. Verkkoaineisto <<https://mashable.com/2015/01/27/brand-killer-augmented-reality/?europa=true>>. 28.1.2015. Luettu 11.6.2018.
3. Why 3d markerless tracking is difficult for mobile augmented reality. 2009. Verkkoaineisto. Mirror2image. <<https://mirror2image.wordpress.com/2009/03/30/why-3d-markerless-tracking-is-difficult-for-mobile-augmented-reality/>>. 30.3.2009. Luettu 12.6.2018.
4. Henderson Steve & Feiner Steven. Augmented Reality for Maintenance and Repair (ARMAR). Verkkoaineisto. <<http://graphics.cs.columbia.edu/project/armar/>>. Luettu 12 .8.2018.
5. AUGMENTED REALITY ON MOBILE PHONES: EXACT LOCATION BASED INFORMATION ANYTIME AND ANYPLACE. Verkkoaineisto. Christian Doppler Laboratory. <https://handheldar.icg.tugraz.at/index_detailed.php>. Luettu 25.6.2018.
6. Lindegger Reto. 2013. Handheld Augmented Reality. Verkkoaineisto. <https://www.vs.inf.ethz.ch/edu/FS2013/DS/reports/RetoLindegger_HandheldAugmentedReality_report.pdf> 2013. Luettu 25.6.2018.
7. Celozzi Cesare, Paravati Gianluca, Sanna Andrea, & Lamberti Fabrizio. 2000. A 6-DOF ARTag-Based Tracking System. Verkkoaineisto. <https://www.academia.edu/21460956/A_6-DOF_ARTag-based_tracking_system>. 2000. Luettu 26.6.2018.
8. Jun, J; Yue, Q. & Qing, Z. 2010. An Extended Marker-Based Tracking System for Augmented Reality. International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods. Sanya, Hainan China. 15.3.2010.
9. Santos, P., Stork, A., Buaes, A., Pereira, C. & Jorge, J. 2010. A Real-Time low-cost marker-based multiple camera tracking solution for virtual reality applications. Journal of Real-Time Image Processing. 11.11.2009.
10. Lin, Liang; Wang, Yongtian; Liu, Yue; Xiong, Caiming & Zeng, Kun. 2008. Marker-less registration based on template tracking for augmented reality. Multimedia Tools and Applications; Dordrecht. 22.10.2008.
11. Tommaso De Paolis Lucio & Mongelli Antonio. 2014. Augmented and Virtual Reality: First International Conference, AVR. 1.2.2018.

12. Veas Eduardo E. 2010. Handheld devices for mobile augmented reality. Verkkoaineisto. <https://www.researchgate.net/publication/221342480_Handheld_devices_for_mobile_augmented_reality>. 1.1.2010. Luettu 6.7.2018.
13. Azuma Ronald. 2001. Recent Advances in Augmented Reality. Verkkoaineisto. <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/cga2001.pdf>>. 1.11.2001. Luettu 10.7.2018.
14. Henderson Steve & Feiner Steven. 2010. Exploring the Benefits of Augmented Reality Documentation for Maintenance and Repair. Verkkoaineisto <<https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.metropolia.fi/document/6155710/?arnumber=6155710>>. 9.11.2010. Luettu 10.7.2018.
15. Lao Rousseau Cella. 2017. BEST AR experiences for social media right now. Verkkoaineisto. <<https://www.imore.com/best-ar-experiences-social-media-right-now#tinder>>. 30.9.2017. Luettu 11.7.2018
16. Camarinha-Matos Luis M, Afsarmanesh Hamideh, Novais Paulo & Analide Cesar. 2007. Establishing the Foundation of Collaborative Networks. Verkkoaineisto. <https://books.google.fi/books?id=hUaeCzu6mc8C&pg=PA629&lpg=PA629&dq=AR+seamless+integration+with+existing+tools+and+practices+and+enhancing+practice+by+supporting+remote+and+collocated+activities+that+would+otherwise+be+impossible.&source=bl&ots=MrQ6e_IJt&sig=xj3xOr-FOgi_SPnZisDTYvxPHdDE&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjCm_WX1YLcAhXBFJoKHVXADjsQ6AEIJTAA#v=onepage&q=AR%20seamless%20integration%20with%20existing%20tools%20and%20practices%20and%20enhancing%20practice%20by%20supporting%20remote%20and%20collocated%20activities%20that%20would%20otherwise%20be%20impossible.&f=false>. 10.9.2007. Luettu 13.7.2018.
17. R. Cavallaro. "The FoxTrax Hockey Puck Tracking System. IEEE Computer Graphics and Applications. vol. 17, no. 2, Mar./Apr. 1997.
18. Augmented Reality- Revolutionizing Medicine and Healthcare. 2014. Verkkoaineisto. Content. <<https://www.healthtechevent.com/technology/augmented-reality-revolutionizing-medicine-healthcare/>>. 6.6.2014. Luettu 16.7.2018.
19. Henderson Steve & Feiner Steven. 2007. Augmented Reality for Maintenance and Repair. Verkkoaineisto. <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.149.4991&rep=rep1&type=pdf>>. 1.8.2007. Luettu 17.7.2018.
20. Henderson Steve & Feiner Steven. 2011. Exploring the Benefits of Augmented Reality Documentation for Maintenance and Repair. Verkkoaineisto. <<http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/pubs/hendersonFeinerTVCG2011.pdf>>. 10.10.2011. Luettu 18.7.2018.

21. Zaher Mohamed, Greenwood David & Marzouk Mohamed. 2017. Mobile augmented reality applications for construction projects. Verkkoaineisto. <<https://www-emeraldinsight-com.ezproxy.metropolia.fi/doi/pdfplus/10.1108/CI-02-2017-0013>>. 12.10.2017. Luettu 18.7.2018.
22. Augmented Reality Solutions for Construction Inspection. 2017. Verkkoaineisto. SRI International. <<https://www.youtube.com/watch?v=8lY4qaVvR8c>>. 23.10.2017. Luettu 20.7.2018.
23. Matulef Jefffrey. 2016. Pokemon Go is out now in US. Australia, New Zeland. Verkkoaineisto. <<https://www.eurogamer.net/articles/2016-07-06-pokemon-go-is-out-now-in-japan-australia-and-new-zealand>> 6.7.2016. Luettu 23.7.2018.
24. Nieminen Iiro-Matti. 2016. Uudesta Pokemon pelistä jättihitti -nintendon markkina-arvo hyppäsi yli 6 miljardia euroa. Verkkoaineisto <<https://yle.fi/uutiset/3-9017208>>. 11.7.2016. Luettu 23.7.2018.
25. Smith Craig. 2018. 93 Incredible Pokemon Go Statistics and Facts. Verkkoaineisto. <<https://expandedramblings.com/index.php/pokemon-go-statistics/>> 6.12.2017. Luettu 23.7.2018.
26. 25 Best Augmented Reality Games 2018 for Android and iOS. 2018. Verkkoaineisto. Thinkmobiles.com. <<https://thinkmobiles.com/blog/best-augmented-reality-games/>>. 1.8.2018. Luettu 3.8.2018.
27. Pirinen Auli. Rakennusten huoltokirjan laadinta ja hyödyntäminen. Verkkoaineisto. Suomen Talokeskus Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020601.pdf>>. Luettu 4.8.2018.
28. Huolto-Ohjelma. 2008. Verkkoaineisto. Tilakeskus ouka. <http://tilakeskus.ouka.fi/assets/site/files/ohjeet/kh_tarjous_ylikiiminki_2010/000_tp_materiaalit/liite4a_mallihuoltopaketti.pdf>. 22.2.2008. Luettu 4.8.2018.
29. Vahtimestaripalvelut. Verkkoaineisto. Palmia. <<https://www.palmia.fi/fi/palvelut/vahtimestaripalvelut/>>. Luettu 4.8.2018.